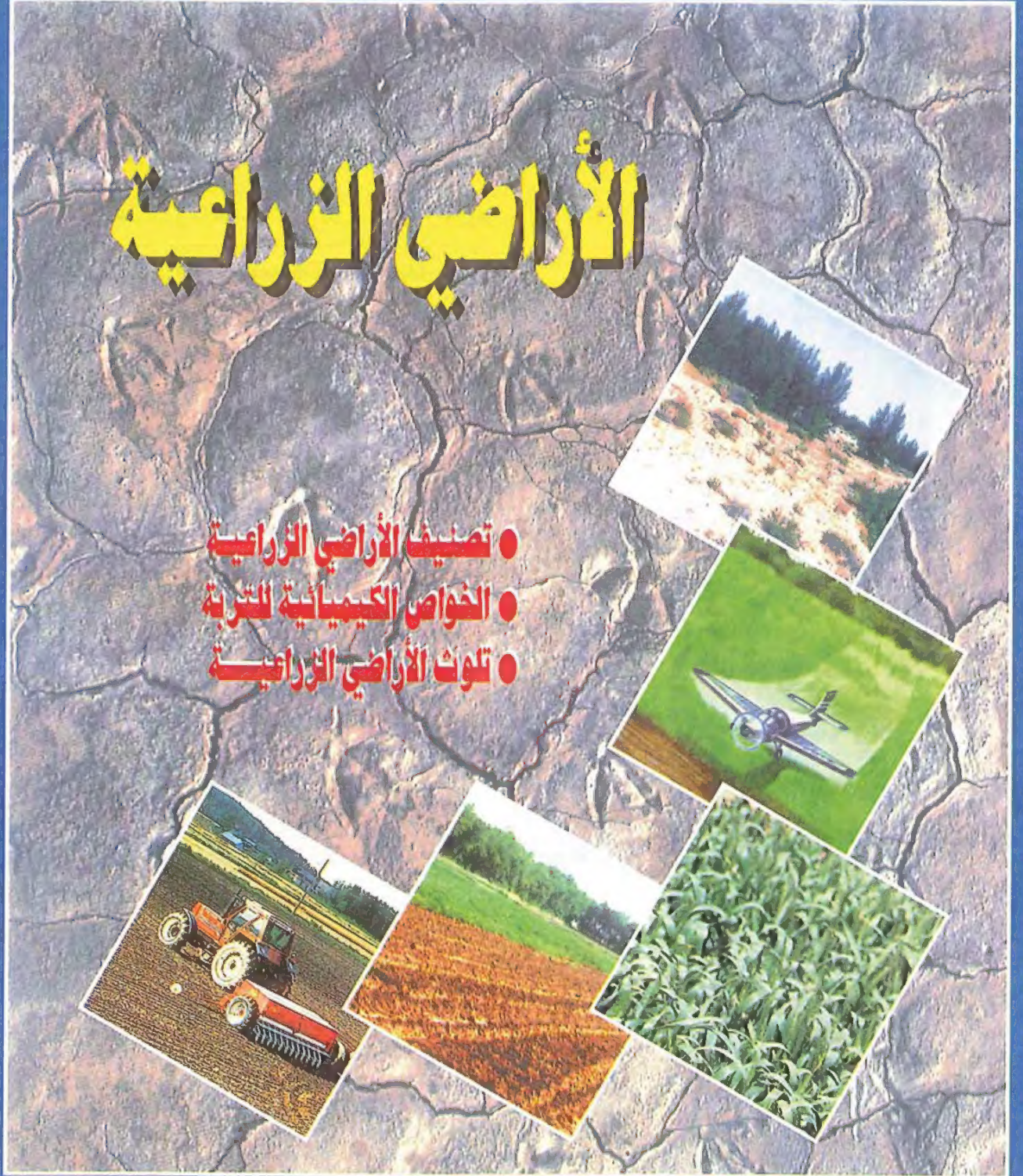


## الأراضي الزراعية

- تصنيف الأراضي الزراعية
- الخواص الكيميائية للتربة
- تلوث الأراضي الزراعية





## العلوم والتقنية



المشرف العام

د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام  
ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. عبد الرحمن العبد العالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم المعتاز

د. محمد أمين أمجد

د. محمد فاروق أحمد

د. أشرف الخيري

\* \* \*

## منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والناذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد

- |    |                        |    |   |
|----|------------------------|----|---|
| ٥٠ | ● الأراضي المحمية      | ٢  | ● مركز أبحاث المراعي والثروة الحيوانية بالجوف |
| ٥٥ | ● مصطلحات علمية        | ٤  | ● الأراضي الزراعية                            |
| ٥٦ | ● كيف تعمل الأشياء     | ٨  | ● تصنيف الأراضي الزراعية                      |
| ٥٨ | ● عالم في سطور         | ١٣ | ● الخواص الفيزيائية للتربة                    |
| ٥٩ | ● مساحة للتفكير        | ١٩ | ● الخواص الكيميائية للأراضي                   |
| ٦٢ | ● عرض كتاب             | ٢٤ | ● خصوبة الأراضي                               |
| ٦٤ | ● كتب صدرت حديثاً      | ٣٠ | ● الكائنات الدقيقة في التربة                  |
| ٦٥ | ● من أجل فلذات أكبادنا | ٣٥ | ● الرسمدة                                     |
| ٦٦ | ● بحوث علمية           | ٣٩ | ● تقييم الأراضي                               |
| ٦٧ | ● شريط المعلومات       | ٤٤ | ● تلوث الأراضي الزراعية                       |
| ٦٨ | ● مع القراء            | ٤٩ | ● الجديد في العلوم والتقنية                   |



الكائنات الدقيقة



الخواص الفيزيائية للتربة



الرسمدة

## المראيات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص. ب. ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة

الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها





### سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف  
د. ناصر عبد الله الرشيد  
أ. محمد ناصر الناصر  
أ. عطية مزهر الزهراني

### التصميم والإخراج

طارق يوسف  
عبد السلام ريان

\* \* \*



## كلمة التحرير

### قراءنا الاعزاء

خلق الله الأرض وأودع فيها من المزايا والخصائص ما جعلها بيئة صالحة لحياة الإنسان، ولحكمته تعالى أوجد بالإضافة للإنسان على هذه الأرض أعداداً هائلة من الكائنات الحية المتباينة في أشكالها وأحجامها ووظائفها، تعيش معه على هذه الأرض مشكلة معه ومع عوامل أخرى طبيعية وكيميائية نظاماً بديعاً يدل على عظمة الخالق سبحانه، فكل منها يكمل الآخر ويعتمد عليه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

### قراءنا الاعزاء

يسرنا أن نقدم لكم عدداً هذا والذي يتعلق بخصائص ومكونات طبقة رقيقة من القشرة الأرضية تمثل الأراضي الزراعية التي تعتمد عليها - بعد الله - حياة البشر بما تتميز به من خصائص تعد الأساس لنمو وإزدهار النبات الذي يعد المصدر الرئيسي لغذاء الإنسان.

يتضمن هذا العدد بالإضافة إلى المقال الافتتاحي «الأراضي الزراعية» عدداً من المقالات التي تغطي هذا المجال هي: تصنيف الأراضي، والخواص الفيزيائية، والخواص الكيميائية، وخصوبة الأراضي، والكائنات الدقيقة، والرسمدة، وتقييم الأراضي، وتلوث الأراضي، والأراضي الملحية، كما يشتمل على الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

وختاماً يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الاعزاء بالشكر الجزيل على استمرارية تواصلهم معنا واقتراحاتهم البناءة في سبيل تطوير المجلة فهي منهم وإليهم.

والله من وراء القصد، والهادي إلى سواء السبيل ...



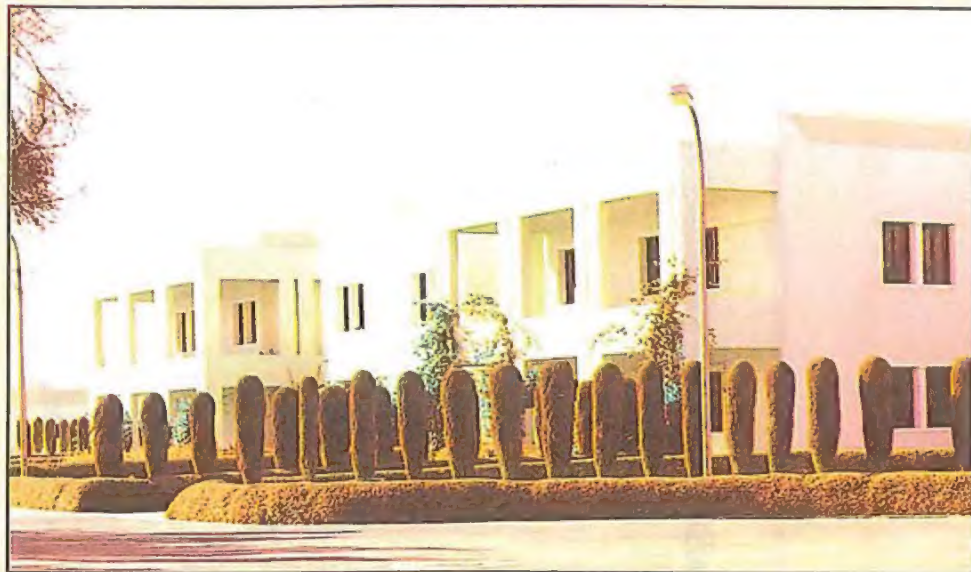
عن أنظمة الرعي وأنواع الحيوانات المناسبة لإستغلال المراعي والكفاءة الغذائية لنباتات المراعي ، وكذلك دراسات لتوثيق خصائص الإبل والأغنام والماعز والقدرات الإنتاجية للسلاسل المحلية وخاصة في مجالات إنتاج الألبان واللحوم ، والبداية في برنامج للانتخاب والتربية لتحسين الصفات الوراثية للأنواع المحلية وإجراء تجارب التغذية ونظم الإنتاج وتصنيع المنتجات الحيوانية خاصة حليب الإبل والأغنام والكشف عن أمراض الحيوان وطرق الوقاية منها ، وقد تم إجراء العديد من البحوث على الشجيرات العلفية المروية كمصدر لتغذية الحيوان ولأغراض حماية البيئة وإكثار بذور نباتات المراعي لأغراض تحسين المراعي والمحافظة على الأصول الوراثية للنباتات المحلية . ومن أهم النتائج العملية التي تم التوصل إليها بمركز الجوف مايلي :-

### ● تقييم الموارد الرعوية

أظهرت نتائج المسوحات الرعوية ودراسات رصد المراعي بالمنطقة الشمالية أن هناك تدهوراً كبيراً في حالة المراعي بسبب الضغط الرعوي المستمر ، وإنجراف التربة ، وعوامل التصحر حيث نتج عن ذلك إختفاء الكثير من النباتات ذات الأهمية الرعوية وإنخفاض الغطاء النباتي للممرات في بعض المواقع إلى أقل من ١٪ ، كما تم تصنيف المجتمعات النباتية السائدة وأنواع المراعي وتم جمع وتصنيف أكثر من ثلاثمائة نوع من نباتات المنطقة وتأسيس معشبة وحديقة نباتية وإصدار دليل مصور لنباتات المنطقة الشمالية .

### ● تحسين المراعي وتنمية الغطاء النباتي

أشارت الدراسات الخاصة بإحياء وتحسين المراعي المتدهورة بإستخدام وسائل وتقنيات مختلفة كالمحميات والمعاملات الزراعية مثل حصاد المياه والبذر الصناعي نتائج جيدة حيث أمكن إستعادة الكثير من أنواع النباتات التي كانت على حافة الإنقراض مثل الروثة والرغل والشيح ، وبتطبيق المعاملات الزراعية والبذر الصناعي مع الحماية أمكن رفع إنتاجية المراعي في الأودية من ٥٠ كجم / هكتار - تحت الظروف المتدهورة - إلى حوالي ١٠٥٠ كجم / هكتار في السنوات العادية ، ويجري تطبيق هذه الوسائل والتقنيات في مشروع تجريبي مساحته ١٦٠٠ هكتار بالعمارة



## مركز أبحاث المراعي والثروة الحيوانية بالجوف

أنشأت وزارة الزراعة والمياه مركزاً متخصصاً لتنمية وتحسين المراعي والثروة الحيوانية بمنطقة الجوف بهدف المساعدة في تطوير وتنمية المراعي والثروة الحيوانية في مناطق المملكة بصفة عامة وفي المنطقة الشمالية بصفة خاصة وذلك بتوفير المعلومات والتقنيات الفنية اللازمة من خلال نتائج الأبحاث والدراسات التي يقوم بها المركز بالإضافة إلى إيجاد خبرات وطنية مؤهلة وقادرة على حل مشاكل التنمية .

مساحة كل منها بين ٧ إلى ٣٥ كيلو متراً مربعاً ، كما توجد بالمركز محطة لإكثار بذور نباتات المراعي ببسيطة بالإضافة إلى عشرة مسيجات أخرى صغيرة لرصد التغيرات البيئية للمراعي موزعة على المناطق الرعوية المختلفة .

ويقع المقر الرئيس للمركز في منطقة تقع في منتصف الطريق العام بين مدينتي سكاكا ودومة الجندل بجوار مطار الجوف .

### مكونات المركز

يضم المركز مجعاً متكاملأ يشمل مكاتب ومختبرات لتشخيص أمراض الحيوان وتحليل التربة والمياه والنباتات ومعشبة لحفظ عينات من نباتات المنطقة ، بالإضافة إلى مكتبة ومسجد ومستودعات وورش للصيانة ومجمع سكني يتكون من خمسة وأربعين وحدة سكنية ، كما يضم المركز ثلاثة مزارع لأبحاث الإنتاج الحيواني منها مزرعتين للإبل والأغنام بالمقر الرئيسي للمركز ، ومزرعة فرعية لتربية الأغنام بطبرجل بالإضافة إلى مزارع لإنتاج الأعلاف وتجارب خاصة بالشجيرات الرعوية ، كما توجد أربع مسيجات كبيرة بكل من التمريرات ومعيله والعويصي بمنطقة عرعر ووادي فجر بمنطقة تبوك وهي عبارة عن محطات لأبحاث تنمية المراعي تتراوح

### الإنجازات

تم إجراء العديد من الدراسات والبحوث بالمركز منها مسوحات شاملة عن الثروة الحيوانية والموارد الرعوية والبيئة وصحة الحيوان والأحوال الاقتصادية والاجتماعية لسكان البادية وذلك لتوفير قاعدة أساسية من المعلومات عن حالة الموارد وطرق استغلالها ونظم الإنتاج والتحوللات الاقتصادية والاجتماعية ، كما تم إجراء دراسات مكثفة بمحطات تنمية المراعي حول إستعادة الأراضي الصحراوية لقدرتها على إنبات الأعشاب المفيدة للحيوان بإستخدام وسائل وتقنيات تحسين المراعي كالمحميات والمعاملات الزراعية والبذر الصناعي وحصاد المياه ، وإجراء الدراسات



وإقتصادية لأحوال البادية والتغيرات التي حدثت في نمط وأسلوب حياة البادية التقليدية ووسائل الإنتاج وأثر ذلك كله على الموارد الإنتاجية ومستوى الإنتاج وكذلك المشاكل والمعوقات . وقد تم أيضا إجراء دراسات عن إقتصاديات البادية ومقارنة أنواع التربية المختلفة والآثار الإقتصادية والإجتماعية لبعض برامج الدعم للإنتاج الحيواني وإجراء التحليل والتقييم الإقتصادي لبعض نتائج الأبحاث لتحسين الإنتاج الحيواني .

### برامج مستقبلية

يقوم المركز بإجراء المزيد من الدراسات والبحوث في مجال تنمية المراعي والثروة الحيوانية من أهمها مايلي :-

- ١ - قيام محميات رعوية بالمنطقة لتنمية المراعي بتطبيق وسائل وتقنيات تحسين المراعي التي ثبت نجاحها وذلك من خلال التعاون بين الجهات المعنية .
- ٢ - إجراء المزيد من أبحاث الشجيرات العلفية ودعم برنامج إكثار بذور النباتات الرعوية وطرق إستغلالها .
- ٣ - إجراء المزيد من دراسات الرعي على المراعي الطبيعية والشجيرات الرعوية المروية لتحديد الحملات الحيوانية المناسبة وتنظيم الرعي ونوع الحيوانات المناسبة ومعدلات الإستغلال .
- ٤ - السعي لإقامة مزرعة نموذجية للإبل لتكون نواة لإنتاج إبل محسنة للتربية وتطبيق نماذج للتربية الإقتصادية في إنتاج الحليب واللحوم تكون ملائمة للبيئة المحلية .
- ٥ - تحليل البيانات البحثية المتراكمة خلال المراحل السابقة وإستخلاص النتائج التطبيقية وإجراء التقييم الإقتصادي وتوثيق ونشر التوصيات العملية ليستفيد منها المنتج .

أن مؤهلات النمو في الإبل أظهرت معدلات تفوق ١٠٠٠ جم في اليوم ، وقد أجريت كذلك تجارب في مجالات التلقيح المبكر للنوق في عمر ثلاثة سنوات وإختصار الفترة الفاصلة بين الولادات حيث أظهرت النتائج نجاح التلقيح المبكر وإمكانية إختصار الفترة الفاصلة بين الولادات من ٢٤ شهرا إلى ١٤,٥ شهرا أي بنسبة ٤٠٪ .

### المقننات الغذائية للإبل

تم إجراء الأبحاث لتحديد احتياجات الإبل من العناصر الغذائية في مراحل نموها المختلفة وحالاتها الإنتاجية ، وقد أجريت التجارب على عدة مستويات من العلائق المركزة الى العليقة المألثة وقد أظهرت النتائج أن زيادة طاقة العلائق عن ٢,٥ ميجاكالوري في كل كجم مادة جافة يؤدي إلى سمنة مفرطة في النوق .

### تصنيع منتجات البان الإبل

يعد المركز من الرواد في مجال تصنيع منتجات البان الإبل حيث أجريت عدة تجارب معملية لمعرفة خواص تصنيع حليب الإبل ، وقد أمكن تصنيع جميع منتجات حليب الإبل مثل الجبن والزبدة والزبادي .

### التربية المكثفة للأغنام والماعز

وقد شملت الدراسة برمجة الدورة الإنتاجية للأغنام مثل مواسم التلقيح وتحديد العدد المناسب من النعاج لكل كبش وتكثيف الولادات والقطام المبكر والتسمين والإنتخاب والتهجين لتحسين السلالات المحلية والحلابة والجز الآلي للصوف ، وقد تم جمع بيانات وافية بنتائج هذه الأبحاث يجري تحليلها وتوثيقها ليستفيد منها المربون .

### الدراسات الإقتصادية والإجتماعية

تم إجراء عدة مسوحات إجتماعية

( ٩٠ كم شمال سكاكا ) كخطوة أولى نحو التطبيق العملي لهذه النتائج .

### الرعي وإستغلال المراعي

أظهرت نتائج دراسات الرعي بالأغنام على المراعي المحسنة ضرورة تقديم علائق إضافية في فصل الشتاء والفترات الحرجة حيث لا يمكن الإعتماد كلياً على المراعي لتلبية إحتياجات الأغنام أكثر من ثمانية أشهر حتى في السنوات الجيدة ، أما الإبل فهي أكثر كفاءة في إستغلال الشجيرات الصحراوية من الأغنام وهي أقل ضرراً على النباتات في رعيها من الأغنام .

### الشجيرات العلفية المروية

تم إجراء التجارب على زراعة الشجيرات العلفية المقاومة للجفاف والملوحة كبديل للأعلاف التقليدية المروية وقد كانت النتائج الأولية مبشرة جداً حيث تراوحت إنتاجية الشجيرات العلفية من المادة الجافة بين ٣,٣ طن للهكتار في السنة الأولى إلى ٦,٦ طن للهكتار بعد سنتين من تاريخ الزراعة بكميات من الري لا تزيد عن ٤٠٠٠ متر مكعب في السنة ، ويمكن إستخدام المياه المالحة لزراعة الشجيرات العلفية كما تصلح زراعتها في الأراضي عالية الملوحة وقليلة الخصوبة .

### إكثار بذور النباتات الرعوية

تم تنفيذ برنامج لإكثار بذور النباتات الرعوية المهددة بالإنقراض وذلك لتوفير البذور اللازمة لأغراض تحسين المراعي وحماية البيئة ولحفظ الأصول الوراثية للنباتات المحلية حيث تمت زراعة أربعة وعشرين نوعاً من النباتات المحلية بلغت طاقتها الإنتاجية ٣,٥ طن من البذور سنوياً ، وقد بدأ برنامج لإختبار وتقييم البذور المنتجة لمعرفة خصائصها والعوامل المؤثرة على زراعتها .

### السلالات المحلية للإبل

أظهرت سجلات الأنواع الرئيسية للإبل بالملكة ( المجاهيم ، المغاتير ، الصفر ، الأحمر ) أن متوسط إنتاج الناقة من الحليب تحت ظروف التربية المحسنة بلغ حوالي ٣٦٣٥ كجم خلال موسم الحلابة الذي يستمر حوالي أربعة عشر شهراً في المتوسط ، وقد تم تسجيل ٦٣١٢ كجم كأعلى رقم للإنتاج في الموسم ، و ١٨ كجم حليب في اليوم مما يؤكد أن الإبل يمكن أن تلعب دوراً هاماً في مجال الألبان خاصة أنها أكثر ملاءمة للمناخ الجاف ويمكنها إستغلال الشجيرات الصحراوية خلافاً للأبقار ، كما



● ولادات ناتجة عن التلقيح المبكر للأبقار في عمر ٣ سنوات .



# الأراضي الزراعية

محمد إبراهيم الوابل

ورد ذكر الأرض في القرآن الكريم في مواضع كثيرة تشير إلى أنها أساس تكوين الجنس البشري ﴿ هو أعلم بكم إذ أنشأكم من الأرض وإذ أنتم أجنة في بطون أمهاتكم ﴾ (سورة النجم الآية : ٣٢) . وفي حضارات ما قبل الميلاد اعتبرت الأرض أحد مكونات المادة الأربعة بالإضافة إلى الماء والهواء والنار ، ومع التطور في العلوم عرف أن

هذا المكون يتألف أساساً من عدة مكونات ، والتي بدأ يظهر بعدها مفهوم لهندسة الأرض الذي يشير إلى أن الأرض نظام ثلاثي الأطوار صلب وغاز وسائل .



وقد اختلف كثيراً في إيجاد تعريف للأرض حتى أصبح كل ذي علم يعرفها على أساس تخصصه ، فالكيميائي يعرفها بأنها الوعاء أو الأنبوب الذي توضع فيه المادة العضوية المعدنية بواسطة القوى الطبيعية وتتحول هذه المادة إلى مخصبات لتأمين العناصر الغذائية اللازمة للنبات . والفيزيائي يعرفها بأنها كتلة فيزيائية ذات خصائص وتصرفات وسلوك تتغير تبعاً لتغيرات الحرارة والمحتوى الرطوبي . والبيئي يعدها نظاماً بيئياً محكوماً من قبل الكائنات الحية وتفاعلها مع ما يدور فيها ومن حولها . وعالم التاريخ يعدها إسطوانة الماضي التي تحكي ما وقع عليها وإندثر ، والفنان يعدها قطعة جميلة يتغنى بما فيها ، والمزارع البسيط يرى أنها الوسط الذي تنمو به النباتات والمحاصيل ، والمهندس المدني يراها الوسط الذي تقام عليه المباني والجسور والطرق . ومنهم من يعدها بأنها الطبقة المفككة المفتتة من قشرة الكرة الأرضية والتي يمكن فصلها من صخورها الأم والعوامل المكونة لها .

الفيزيائية والكيميائية والمائية ، ثم توالى التعريفات التي تحاول أن تلم فعلاً بما يدور في هذا الجزء من القشرة الأرضية حتى توصل علماء الأراضي إلى تعريف دقيق للتربة بأنها المواد المعدنية المفككة الموجودة على سطح الأرض تعرضت وتأثرت بعوامل النشوء والبيئة من مادة أصل ، ومناخ ( رطوبة ، حرارة ) ، وكائنات كبيرة ودقيقة ، وطبوغرافية تعمل كلها مجتمعة عبر فترة من الزمن لتنتج ما يسمى بالأرض والتي تختلف في خواصها وصفاتها الطبيعية والكيميائية والحيوية عن المادة التي إشتقت منها . ويبين هذا التعريف أن أصل الأرض ناتج عن تجوية المهد الصخري لتكوين مركبات ومكونات ذات أحجام صغيرة تعمل مجتمعة مع بعضها كمادة أصل

وتطويرها واستخدام التقنيات الحديثة في الدراسات تبين أن الأرض هي عالم كبير قائم بحد ذاته مأهول بعدد كبير من الكائنات الحية التي تتحكم في خصائصه وتؤثر على مقوماته ، عالم يتم فيه العديد من العمليات الكيميائية البسيطة والمعقدة وله توازن عجيب بين مكوناته ، وتلعب به قوى فيزيائية كثيرة مثل الحرارة والرطوبة ، ومن هنا نجد أن الأرض تحتاج إلى مفهوم أكثر وضوحاً وتحديداً لماهيتها وما يتم بداخلها .

وقد تبلور هذا المفهوم على يد العالم الروسي دوكوتشايف ( Dokoutchaive ) ( ١٨٤٦ - ١٩٠٣ م ) ، والذي استطاع أن يعرف الأرض على أنها كائن حي معقد منظم له مكوناته وتناسقه وأموره

وبذلك تكون النظرة إلى الأرض قد اختلفت مع تغير وجهات وعلوم المستفيدين منها . ولكن مع ظهور العلوم الحديثة



أن أقدم تصنيف للأراضي ظهر في الحضارة الصينية قبل ٤٥٠٠ عام قبل الميلاد حيث صُنفت الأراضي آنذاك تبعاً لقدرتها الإنتاجية، وقد استخدم هذا التصنيف لتقدير الضرائب على الإنتاج. وفي العصر الحديث ظهر العديد من التصنيفات للأراضي، ففي عام ١٨٨٠م اقترح العالم الروسي دوكتشاييف تصنيفاً يقوم على أساس أن كل تربة لها شكل خارجي ومحدد ومرتبطة بتوافق خاصة لعوامل تكوينها. وفي عام ١٩٦٠م نشرت وزارة الزراعة الأمريكية تصنيف بإسم « تصنيف الأرضي - نظام شامل » يعتمد على أساس الشكل الخارجي للأرض في حين يعطي تأكيداً أقل للنشوء، وفي عام ١٩٧٥ طور التصنيف السابق وسمي بـ « التصنيف العلمي للأراضي » وكان قائماً على أساس تصنيف الأشياء بناءً على علاقاتها الطبيعية.

### الخواص الفيزيائية

تتغير الخواص الفيزيائية للأراضي الزراعية مع تغير مكونات وطرق تكوين وتركيب هذه الأراضي، فاختلاف تركيب المكونات الأساسية من الرمل والغرين والطين يتبعه تغير في كثير من الخصائص الفيزيائية كالقوام والذي يعتمد على نسب المكونات السابقة وسريان المياه داخل الأراضي وقدرة الأراضي على الاحتفاظ بالمياه وعلى البناء والكثافة لهذه الأراضي.

### تصنيف الأراضي الزراعية

التصنيف هو عبارة عن ترتيب المعلومات مع بعضها حتى تصبح خواص المكونات وعلاقاتها أكثر يسراً في فهمها والاستفادة منها، وهذا يتطلب تجميع الأراضي ذات الخواص المتشابهة والمتماثلة لكي يمكن خدمتها بشكل جيد ولتحديد الأراضي الجيدة للزراعة أو غيرها، ويعتقد

الدولة	المساحة الكلية (مليون هكتار)	المساحة القابلة للزراعة (الف هكتار)
ليبيا	١٧٦	٣٨٠٠
تونس	١٦,٥	١١٠٠٠
الجزائر	٢٣٧,٦	٣٩٣٥٦
المغرب	٤٤,٥	٣٥٢٥٠
موريتانيا	١٠٣,٧	٧٧٠٠
العراق	٤٣,٧	١١٥٠٠
سوريا	١٨,٥	٥٨٦٤
الأردن	٩,٨	١٤٦٥
لبنان	١,٠٤	٣٥٠
فلسطين	٢,٠٧	١٤٨
مصر	١٠٠,٢	٤٤٥٢
السودان	٢٥٠,٢	٥٨٤٠٠
الصومال	٦٣,٨	٨٨٥٠
جيبوتي	٢,٣	١٠
اليمن	٤٨,٢	٣٧٠٨

المصدر: تجارب واستصلاح الأراضي الزراعية في الوطن العربي ١٩٨٤م، المنطقة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

● جدول (١) الموارد الأرضية في العالم العربي ماعدا دول الخليج العربي.

الدولة	المساحة الكلية (مليون هكتار)	المساحة القابلة للزراعة (الف هكتار)	نسبة الأراضي القابلة للزراعة إلى المساحة الكلية	المساحة المزروعة فعلياً (الف هكتار)	نسبة المساحة المزروعة إلى المساحة القابلة للزراعة
المملكة العربية السعودية	٢٢٥	٥٢,٦٨٤	٪٢٣,٤١	١٣٤٦,١	٪٢,٦
البحرين	٠,٠٦٩	٤,٠٤٨	٪٥,٨٤	٣,٠٠٧	٪٧٤,٢٨
قطر	١,١٤٣	٦٥	٪٥,٧	٥,٧٠٦	٪٨,٨
عمان	٣٠	١١٣	٪٠,٣٨	٥٧,٨١٤	٪٥١,٢
الكويت (٥)	٠,١٧٨	١٥٣,٨٤٩	٪٨,٦	٥,٠٣١	٪٣,٣
الإمارات العربية المتحدة	٧,٨	٣٨,٠١٩	٪٠,٤٩	٣٥,٣٩٧	٪٩٣,١

(٥) الكويت حتى عام ١٩٨٨م حيث المعلومات غير متوفرة لعام ١٩٩٠.

المصدر: التنمية الزراعية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي ١٩٩٢م - الأمانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربي.

● جدول (٢) المساحة الإجمالية والمساحة الزراعية حتى عام ١٩٩٠م لدول الخليج العربي.

للأرض، وهي تعكس الأثر المتكامل للعمليات البيئية المتكاملة من مناخ ومادة حية وطبوغرافية وزمن. وفي اللغة الإنجليزية تسمى الأرض بـ (Soil)، وهي مستمدة من الكلمة اللاتينية (Solum) وتعني سطح الأرض التي يمكن أن يحرق، وبصورة أدق هي الطبقة السطحية الناعمة من الأرض التي ينمو عليها أو بها النبات، وعموماً تعد الأرض القسم المهيج من الطبقة السطحية للقسم العلوي من الكرة الأرضية التي تنمو وتتكاثر فيه الكائنات الحية ومنها النباتات التي تعد الغذاء اللازم لبني الإنسان والحيوان. ولهذا تلزم دراسة علم الأراضي الزراعية والإهتمام به حيث هو مهد النبات الطبيعي والسائد مقارنة بالتقنيات الحديثة للزراعة بدون أرض والتي كان الهدف منها التحكم بالوسط الفردي للنبات، ولهذا نجد أن الأرض وبحكم طبيعتها الفيزيائية منتشرة في هذا العالم ولكن بدرجات وقدرات مختلفة على الإنتاج، ففي العالم العربي والذي تبلغ مساحته ١٤٠١,٤ مليون هكتار نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ حوالي ٢٠٠ مليون هكتار فقط، جدول (١)، وفي دول مجلس التعاون الخليجي والتي تبلغ مساحتها ٢٦٥,٨ مليون هكتار، نجد أن المساحة القابلة للزراعة تبلغ ٥٣,٠٦ مليون هكتار، جدول (٢)، حيث يبلغ المزروع منها فعلاً ٢,٢٩٥ مليون هكتار، أما على مستوى المملكة العربية السعودية والتي تبلغ مساحتها ٢٢٥ مليون هكتار فإن المساحة القابلة للزراعة تبلغ ٥٢,٦٨٣ مليون هكتار (٢٣,٤١٪ من المساحة الإجمالية للدولة) بينما يبلغ المزروع منها فعلياً حتى عام ١٩٩٠م ١,٣٦٤ مليون هكتار (٢,٦٪ من المساحة الكلية للمملكة) ومن الإحصائيات السابقة يتبين لنا مدى أهمية دراسة الأراضي وكيفية الاستفادة منها وإستصلاحها وإدارتها. ولهذا نجد أن جميع العلوم البحثية والطبيعية والتطبيقية تم استخدامها في دراسات الأراضي وأصبحت علوماً مستقلة داخل علم الأراضي.



خصوبتها . وفي العصر الحديث تم معرفة أدوار العناصر الغذائية والمهام التي تقوم بها وأعراض ونتائج نقص هذه العناصر ، كما عرفت العناصر الرئيسية للنباتات وتم تقسيمها إلى عناصر كبرى تكون موجودة داخل النباتات بتركيز أكثر من ٥٠٠ جزء بالمليون مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم وعناصر صغرى وتوجد داخل النبات بتركيز أقل من ٥٠ جزء بالمليون مثل الحديد والنحاس والمنجنيز ، كما تم معرفة دور كل عنصر في جميع مراحل نمو النبات ، فمثلاً وجد أن عنصر النيتروجين موجود في البروتينات والكلورفيل والأحماض النووية ، بينما وجد أن عنصر الفوسفور مهم في تحولات الطاقة ، أما عنصر الكالسيوم فقد وجد أنه مهم في تكوين جدار الخلية ويلعب دوراً هاماً في بناء ونفاذية الأنسجة ، ويعد عنصر الحديد المسؤول عن تكوين الكلوروفيل ، أما عنصر المنجنيز فهو المسؤول عن أنظمة التأكسد والإختزال . وبالتالي أصبح معروف جداً تأثير نقص كل عنصر مما أكد أهمية إمداد النبات بجميع العناصر المطلوبة لكي يقوم بجميع وظائفه الحيوية ولينتج أفضل إنتاج . وقد تطلب ذلك استخدام الأسمدة المعدنية إضافة إلى الأسمدة العضوية والمساعدة في بعض عمليات الإستصلاح والتي تؤدي بدورها لتيسر بعض العناصر الموجودة داخل تكوين الأرض ولكنها غير ميسرة للنبات مثل إضافة الكبريت للترب الجيرية من أجل زيادة تيسر عنصر الفسفور ، ومن جانب آخر ساعد علم خصوبة الأراضي على تقليل التدهور البيئي الناتج عن الإستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية بحيث أنه بعد تحليل التربة ومعرفة محتواها من العناصر الغذائية ومعرفة نوعية مياه الري ومعرفة المحصول المراد زراعته أمكن إضافة الأسمدة وبالقدر المطلوب ، بحيث لا يكون هناك فقد للعناصر وتلويث التربة والمياه الجوفية وأصبح من الممكن زيادة الإنتاجية في نفس وحدة المساحة .

### الرسمدة

تعرف الرسمدة ( Fertigation ) بأنها إضافة الأسمدة عن طريق مياه الري وقد انتشرت هذه التقنية في العشر سنوات

من الشد الأسموزي للتربة مما يقلل من قدرة النبات على امتصاص العناصر وبالتالي على الإنتاجية لهذه الأرض .

### الكائنات الدقيقة

تحتوي الأراضي الزراعية على ملايين من الكائنات الحية ذات المهام الخاصة والتي تقوم بها داخل قطاع الأرض مثل تثبيت النيتروجين الجوي وتحليل المركبات والمواد العضوية ، ويتم هذا عن طريق كثير من أنواع الكائنات الدقيقة كالبيكتيريا والطحالب والفطريات والتي لكل منها دور خاص يقوم به ويؤثر على إنتاجية التربة ، فمثلاً نجد أن هناك أنواعاً من البيكتيريا مسؤولة عن معدنة النيتروجين عن طريق بكتيريا ( Pseudomonas ) وأنواعاً أخرى من البيكتيريا مسؤولة عن إنتاج النشادر من المركبات العضوية التي تتأكسد بعد ذلك بواسطة بكتيريا ( Nitrosomonas ) إلى أيونات النترات (  $NO_2^-$  ) ثم تتأكسد بواسطة بكتيريا ( Nitrobacter ) إلى النترات (  $NO_3^-$  ) ومن هنا نجد أن البيكتيريا لها دور هام في إمداد النبات بعنصر النيتروجين ، كذلك نجد أن بعض أنواع البيكتيريا مسؤول عن تحويل مخلفات المبيدات السامة والمتبقية في الأرض إلى مواد غير سامة أو قليلة السمية .

### خصوبة الأراضي الزراعية

تعد خصوبة الأراضي الزراعية من العوامل التي تحدد نمو وتطور المحاصيل التي تقع تحت سيطرة الإنسان ، بينما بعض العوامل الأخرى لا يمكن للإنسان التحكم بها بشكل كبير مثل عوامل المناخ ونوعيات النباتات ، ولكي يمكن لأي أرض أن تنتج إنتاجاً جيداً فإنها لابد أن تحتوي على العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات لنموه وإنتاجيته ، وأحياناً لا توجد هذه العناصر بصورة كافية أو بصورة ميسرة ، وبالتالي يحدث لها نقص في أحد العناصر مما يؤثر على الإنتاج ، ومن هنا برز علم خصوبة الأراضي والذي إهتم به الإنسان منذ القدم حيث كان يضيف إلى الأرض مخلفات الحيوانات والرماد والدسم ليزيد من

وتلعب هذه الخصائص دوراً كبيراً في إختيار المحاصيل المناسبة ونوع أسلوب الري الذي يجب إتباعه والعمليات الزراعية المطلوبة للحصول على إنتاج أفضل ، فالأراضي الطينية مثلاً تكون ذات قدرة عالية على الإحتفاظ بالمياه إضافة إلى أنها ذات سريان مائي ضعيف ، وهي عكس الأراضي الرملية ، التي يكون الرمل هو السائد في تكوينها ، ذات سريان عالٍ للماء ولكن يعاب عليها بأنها ضعيفة ، ومن هنا نجد أن التعرف على الخواص الفيزيائية للأراضي يساعد وبشكل كبير في عمليات الإستزراع والإدارة الجيدة للحصول على أفضل النتائج .

### الخواص الكيميائية

تلعب معرفة الخواص الكيميائية للأراضي الزراعية دوراً أساسياً في تقييم إنتاجية هذه الأراضي ، فالرقم الهيدروجيني ، وملوحة الأرض ، ونوعية معادن الطين السائدة ، وتركيز العناصر الكيميائية والمركبات مثل كربونات الكالسيوم والسعة التبادلية الكاتيونية ( Cation Exchange Capacity - CEC ) جميعها تلعب دوراً كبيراً وهاماً في إنتاجية هذه الأراضي .

فالرقم الهيدروجيني يعد مؤشراً لتوفر بعض العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات إذا كانت موجودة بالتكوين أصلاً ، فمثلاً تتميز الترب الحامضية ( رقم هيدروجيني أقل من ٦,٥ ) بزيادة في تركيز عنصر الألمنيوم والمنجنيز والعناصر الصغرى مثل الحديد والمغنيسيوم والنحاس ، بينما تتميز الأراضي القاعدية ( رقم هيدروجيني أعلى من ٨,٥ ) بقلّة ذوبان بعض العناصر الصغرى رغم توفرها في التكوين ، وكذلك وجود كربونات الكالسيوم الذي يؤثر على الفوسفور بسبب أن كربونات الكالسيوم تعمل على ترسب الفوسفات على هيئة فوسفات كالسيوم ، من جانب آخر يؤثر تركيز الأملاح الموجودة داخل حبيبات الأرض على إستزراع الأرض حيث أن الزيادة في تركيز الأملاح تزيد



غيرها وأصبحت الأراضي مكاناً لردم المخلفات وقد استحدثت مصادر جديدة للمياه مثل مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الزراعي، ونتيجة لهذه الممارسات تم إمداد التربة بمجموعة من المركبات الكيميائية والمعدنية أدت الزيادة منها إلى تعرض التربة للتلوث لتصبح غير قادرة على الإنتاج وخاصة في دول العالم النامي التي يغيب فيها الوعي بالآثار المترتبة عن هذا الاستخدام كما هو حادث مع المبيدات التي أدت كثرة استخدامها وبشكل عشوائي إلى ضعف فاعليتها وترسبها إما في الأراضي أو على المحاصيل لتصل إلى الإنسان، كما هو واقع مع الأسمدة النيتروجينية التي أصبحت تهدد مصادر مياه الشرب بغسيلها من قطاع التربة.



● تجربة لاختيار أصناف من القمح تتحمل الملوحة.

### الأراضي المتأثرة بالأملاح

كما هو معروف أدى الاستخدام المفرط من الأسمدة مع نسيان الأثر الملحي المتبقي للسماد إلى تملح بعض الأراضي بحيث أصبحت غير قادرة على الإنتاج أو ضعف قدرتها الإنتاجية، وقد أدى ذلك إلى زيادة الأراضي الملحية غير الصالحة للزراعة والتي توجد في جميع أنحاء العالم وتحت جميع الظروف خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات الأمطار القليلة والظروف الجوية القاسية من ارتفاع في درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية، وتصنف أنواع الأراضي الملحية إلى مايلي :-

✱ أرض ملحية : ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أقل من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني أقل من ٨,٥.

✱ أراضي ملحية صودية : ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أكثر من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني أقل من ٨,٥.

✱ أراضي صودية : ويكون تركيز الأملاح بمستخلص التربة المشبعة أقل من ٤ ديسي سيمنز/م ومعدل الصوديوم المتبادل (ESP) أكثر من ١٥٪ والرقم الهيدروجيني بين ٨,٥ - ١٠.

فالمناخ يلعب دوراً هاماً في تكوين الأراضي واختيار المحاصيل وله عدة عوامل مثل الحرارة، والأمطار، والرياح، والرطوبة النسبية، ومعدلات التبخر.

أما الموارد الأرضية فتعبر عن نوعية الترب وأسس تكوينها ومدى ملائمتها للإنتاج، وتعتبر الموارد المائية عن مصادر مياه الري المتاحة من مياه أمطار أو بحيرات أو مياه جوفية بنوعها السطحي والعميق أو مياه مخلفات الصرف الصحي، ومن جانب آخر تحدد الموارد البشرية مدى أهمية الإنتاج الزراعي لهذه المنطقة والتركيب السكاني لسكان المنطقة، بينما تعد الموارد البيئية من العناصر التي اهتم بها الإنسان حديثاً لكي يكون له تخطيطاً سليماً للتنمية الزراعية المراد إقامتها.

### تلوث الأراضي الزراعية

مع التطور الحديث في الأنظمة المعيشية وزيادة عدد السكان أصبح من الضروري أن يكون هناك استخدام أمثل للأراضي الزراعية، وهذا تطلب الاستخدام الكامل للأسمدة والمبيدات الكيميائية والحيوية وزراعة الأنواع المحصولية المحسنة واتخاذ إجراءات الصيانة، ونتيجة لهذه المتطلبات وسوء الاستخدام للإمكانات المطلوبة من أسمدة ومبيدات تعرضت الأرض لخطر التلوث سواءً من العمليات الزراعية أو من

الماضية لما لها من فوائد كثيرة من محافظة على المياه والأسمدة بالقدر المطلوب فقط وبصورة ميسرة دون أن يكون هناك فقد للماء أو للسماد، وبالتالي لا يكون هناك زيادة في الأسمدة تغسل بالزيادة من الماء لتخرج عن منطقة التأثير وهي منطقة الجذور، وتعد هذه التقنية الحديثة ذات فوائد إقتصادية وبيئية إذا طبقت بالشكل المناسب حيث أنها تحتاج إلى أنظمة ري متطورة وإلى أنواع من الأسمدة تكون ذات درجة ذوبانية مناسبة، ومع استخدام هذه التقنية بالشكل المناسب نجد أن النبات يجد ما يحتاجه من عناصر وماء دون أن يتعرض إلى أي شدة وبالتالي يمكن أن يعطي أعلا معدلات الإنتاج التي بإستطاعته إعطاءها.

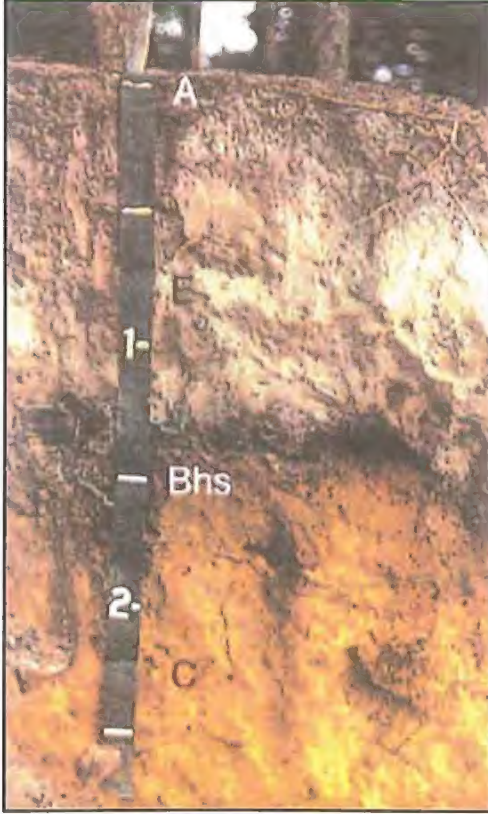
### تقييم الأراضي الزراعية

تقييم الأراضي الزراعية هي عملية تحديد مدى ملائمة الأراضي للإستخدامات الزراعية المختلفة مثل إنتاج المحاصيل وتربية المواشي وإنتاج الغابات أو لأغراض أخرى مثل الملاعب والمنتزهات، وهي عملية مقارنة لأنواع الإستخدامات المختلفة للأراضي وعلاقة ذلك بالجهود المبذولة لإستخدام تلك الأراضي في كل حالة. وتحتاج عملية التقييم إلى حصر لكل أنواع الموارد الطبيعية مثل المناخ والموارد المائية والموارد الأرضية والموارد البشرية والعوامل البيئية.



# تصنيف الأراضي الزراعية

أ. بابكر سليمان بابكر



## تصنيف الأراضي الزراعية

عبارة عن تبويبها في مجموعات تربطها خواص مشتركة داخل كل مجموعة ، وترتب هذه المجموعات في تسلسل منطقي حسب الخواص العامة للتربة . ويشمل تصنيف الأراضي دراسة وتنظيم وترتيب المعلومات عن التربة وتبويبها في أقسام حسب التماثل والاختلاف أو التدرج في خواصها والعلاقات المتداخلة بينها وتسميتها بأسماء مستمدة من خواصها بطريقة يمكن فهمها على المستوى العام . يهدف تصنيف الأراضي الزراعية بصفة أساس إلى استيعاب أنواع الأراضي المختلفة وتحديد مشكلات التربة لمعالجتها والوصول بها إلى طاقتها الإنتاجية القصوى ، وكذلك الاستفادة من الأساليب المتقدمة وتطبيقها على الأراضي المناظرة بالمناطق المختلفة .

الجبس (  $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ) للأراضي القلوية .

## ● التصنيف النطاقي

يعد التصنيف النطاقي ( Zonality Classification ) من أشهر التصنيفات القديمة وأكثرها شيوعاً ، ويعد القاعدة الأساس لكثير من التصنيفات الحديثة . وقد بني على أساس أن كل تربة لها خواصاً مورفولوجية مرتبطة بمجموعة معينة من عوامل تكوين التربة . ويشمل هذا التقسيم على ثلاث رتب هي الأراضي النطاكية ( Zonal Soils ) ، والأراضي بين النطاكية ( Interzonal Soils ) ، والأراضي غير النطاكية ( Azonal Soils ) .

## التصنيف الحديثة للأراضي

هناك العديد من التصنيفات الحديثة للأراضي الزراعية نشأت في مناطق مختلفة من العالم من أهمها ماييلي :-

## ● التصنيف الروسي

يعتمد التصنيف الروسي ( Russian Classification ) على خواص التربة ، وعمليات وعوامل تكوينها . وينقسم الهيكل الأساس للتصنيف الروسي إلى ماييلي :-

القسم ( Class ) : ويعرف على أساس

الأراضي الزراعية المعينة .

## ● التصنيف الجيولوجي

بُني التصنيف الجيولوجي ( Geological Classification ) على خبرة بعض علماء التربة في مناطق تتوافق فيها الاختلافات الجيولوجية والمناخية ، ولذا نشأ ما يعرف بأراضي الحجر الجيري ، والحجر الرملي ، وحجر البازلت ، ورواسب نهريّة ... وهكذا .

## ● التصنيف المناخي

يعتمد التصنيف المناخي ( Climatic Classification ) على نوع مناخ المناطق مثل أراضي المناطق الجافة ، والتندرا ، والمناطق معتدلة المناخ وهكذا .

## ● التصنيف التقني

بُني التصنيف التقني ( Technical Classification ) للأراضي الزراعية على خاصية واحدة أو أكثر من خواص الأراضي ومن أجل هدف معين ، فمثلاً تصنف الأراضي الزراعية من أجل زراعة البن ، أو زراعة البنجر ، أو من أجل تقديرات الضرائب المفروضة على الأراضي ، أو من أجل إضافة الجير (  $\text{Ca CO}_3$  ) للأراضي الحامضية ، أو إضافة

ويمكن تحقيق أهداف تصنيف الأراضي

من خلال عدة عوامل هي :-

- تنظيم المعلومات بحيث يسهل فهمها .
- فهم العلاقات ، واستنتاج علاقات جديدة بين الأراضي الزراعية المصنفة .
- إستذكار خواص الأراضي الزراعية المصنفة بسهولة .
- انشاء مجموعات أو تقسيمات صغيرة للأراضي الزراعية تحت الدراسة بحيث يستفاد منها لأغراض تطبيقية مختلفة .

## التصنيف السابقة للأراضي

هناك العديد من تصنيفات الأراضي الزراعية التي كانت متبعة في فترات سابقة من أهمها ماييلي :-

## ● التصنيف الفلاحي

يعتمد التصنيف الفلاحي ( Agronomic Classification ) للأراضي الزراعية على الخبرة المحلية في الزراعة ، ويصنفها طبقاً لصلاحيتها لزراعة نوع معين من المحاصيل ، مثل أراضي اللقطن أو أراضي لقصب السكر أو أراضي للموالح ... وهكذا. وبذلك يعد التصنيف الفلاحي محدوداً بمحدودية



## تصنيف الأراضي الزراعية

الحديثة المستخدمة حالياً في معظم دول العالم ، إضافة إلى أنه قد تم تصنيف الأراضي الزراعية بالملكة العربية السعودية وفقاً لهما ، ولذا سيركز هذا المقال - بمشيئة الله - على أسس وتطبيقات هذين التصنيفين .

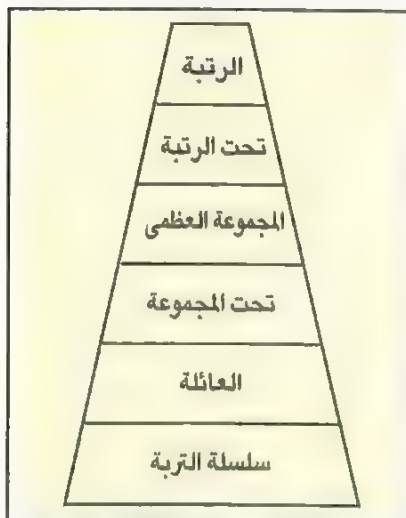
### التصنيف الأمريكي للأراضي

يحتوي النظام الأمريكي لتصنيف الأراضي الزراعية ( Soil Taxonomy USDA - 1975 ) على ستة مستويات للتصنيف في نظام هرمي ، شكل ( ١ ) ، يبدأ بالمستوى الأعلى للتصنيف في قمته ثم يتسع هذا الهرم نحو قاعدته مفضلاً التقسيمات الدنيا للتصنيف ، ويعتمد هذا التصنيف على صفات الأراضي الزراعية المشاهدة في الحقل أو المستنتجة من هذه المشاهدات أو من نتائج التحليل بالمختبر .

#### ● مستويات التصنيف الأمريكي

يشتمل الهيكل العام للتصنيف الأمريكي على ١٠ رتب ، و ٤٧ تحت رتبة ، و ١٨٥ مجموعة عظمي ، و ٩٧٠ تحت مجموعة ، و ٤٥٠٠ عائلة ، و ١٥٠٠٠ سلسلة . وفيما يلي وصفاً مختصراً لوحدات هذا التصنيف .

● **الرتبة** : وتمثل المستوى الأعلى في نسق التصنيف الأمريكي وينتهي اسم الرتبة بالمقطع Soil المأخوذ من الكلمة اللاتينية التي تعني Soil ، وينعكس من خلال الرتبة التباين في العمليات الغالبة في تكوين الأراضي الزراعية وتطورها مثل المناخ والكائنات الحية وتأثيرها على مادة الأصل عبر الأزمنة المختلفة . وتقسم كل رتبة إلى



● شكل ( ١ ) التسلسل الهرمي للتصنيف الأمريكي .

والبناء والإبتلال ، والخواص التي ترجع إلى الظروف المائية شاملة الملوحة ، ودرجة الهجرة الميكانيكية لحبيبات الطين ( Degree of lessivage ) . ويشتمل التصنيف على عشرة أنواع من الأراضي هي : الأراضي المعدنية الخام ، والأراضي الضعيفة التطور ، والأراضي الطينية الداكنة المتشققة ، والأراضي الكلسية المغنيسية ، وأراضي السهول البور ، وأراضي الغابات البنية العضوية ، وأراضي البودسول ، وأراضي الأكاسيد السداسية ، والأراضي الملحية ، والأراضي الغدقة .

هذا وتقسم هذه الأقسام إلى تحت أقسام حسب المناخ ودرجة التطور وعمق القطاع الأرضي ووجود الأحجار والظروف المائية .

#### ● التصنيف البريطاني

خصص التصنيف البريطاني ( British Classification ) لأراضي إنجلترا ومقاطعة ويلز ، ويشتمل على عشر مجموعات رئيسة ( Mojar Soil Groups ) ، يقع تحتها حوالي ٤٠ مجموعة مقسمة على أساس الوصف العام لقطاع التربة ، وقد أعطي هذا التصنيف أسماء لتحت المجموعات إلا أنها لم تعرف .

#### ● التصنيف الكندي

تم إجراء التصنيف الكندي ( Canadian Classification ) خصيصاً لتصنيف الأراضي الزراعية بكندا ، ويشتمل على ستة مستويات هي الرتبة ، والمجموعة الكبرى ، وتحت المجموعة ، والعائلة ، والسلسلة ، والنوع ، وكذلك يحتوي التصنيف على تسع رتب - مقسمة طبقاً لتأثير عوامل وعمليات تكوين التربة - هي أراضي التجمد الدائم ، والأراضي العضوية ، وأراضي البودسول ، والأراضي الملحية ، والأراضي المشبعة بالماء ، وأراضي الشرنوزيم ، وأراضي الأفق الطيني ، وأراضي ضعيفة التطور ، والأراضي الحديثة .

### التصنيف الحالية

بالإضافة إلى التصنيف الحديثة السابقة هناك التصنيف الأمريكي للأراضي ( Soil Taxonomy ) ، والتصنيف الدولي للأراضي ( FAO/ UNESCO Soil Classification ) . ويعد هذان التصنيفان من أهم التصنيفات

المناطق الحرارية في العالم مثل أراضي المناطق القطبية ، وأراضي المناطق الشمالية الباردة ، وأراضي المناطق المعتدلة .

● **تحت القسم ( Subclass )** : وهو مبني على المستوى العالمي ، وأكثر تحت الأقسام شيوعاً الأراضي الرسوبية ( Alluvial ) ، وشبه الغدقة ( Semihydromorphic ) ، والغدقة ( Hydromorphic ) .

● **النوع ( Type )** : وهو الأكثر شيوعاً للمقارنات الإقليمية العامة ، ويوجد حوالي ١١٠ نوع وكل منها تطور في مجموعة مستقلة من المناخ الحيوي ( Biological Climate ) والظروف الهيدرولوجية ، وهناك أربعة ضوابط لنوع الأراضي هي مورفولوجيا قطاع التربة ، والتركيب المعدني الكيميائي شاملاً المادة العضوية ، والخواص الطبيعية الكيميائية ، والنظام المائي الحراري الغازي والحيوي .

● **تحت النوع ( Subtype )** : وفيه تقسم أراضي النوع الواحد حسب اختلاف إحدى عمليات تكوين التربة مثل الغسيل ، والتكلس ، والترسب ، والإزالة ، والتلمح ، وتأثير الموقع الجغرافي ، واختلاف درجات الحرارة الإقليمية من شمال إلى جنوب روسيا .

● **العشيرة ( Genera )** : وتعرف على أساس خواص مادة الأصل وما تعكسه على قوام وتركيب التربة أو على أساس تأثيرات خاصة سائدة للتركيب الكيميائي للماء الأرضي أو طبقاً لبعض المظاهر القديمة ( Relict ) أو الحفريات .

● **الصف ( Species )** : ويقسم حسب تطور أو عمق تأثير عمليات تكوين الأرض ( مادة الأصل والإنحدار والمناخ والزمن والعامل الإحيائي ) ، وعادة يستعمل واحد أو أكثر من أنواع خواص التربة كخواص مميزة مثل كمية الإمداد بمواد معينة لطبقة الإستزراع ، وسك بعض الأفق ( Horizons ) ، ومحتوى أفق معين من مواد خاصة .

#### ● التصنيف الفرنسي

بُنِيَ التصنيف الفرنسي ( French Classification ) على أساس المفاهيم الفرنسية لعلم الأراضي وهي درجة تطور قطاع التربة ، وخواص القطاع كلها مع التركيز على عمليات التحول ونوع الدبال ومعقد الإدمصاص ( Adsorption Complex )



## تصنيف الأراضي الزراعية

— **آفاق سطحية أو علوية** : وهي آفاق تشخيصية في الجزء الأعلى من القطاع ، وتسمى إبي بيدون ( EpiPdón ) وهو لفظ يوناني ، إبي وتعني « فوق » وبيدون وتعني ( أراضي ) . ويوضح الجدول ( ١ ) أهم خواص الآفاق التشخيصية السطحية .

— **آفاق تحت سطحية ( Subsurface )** : وهي آفاق في الجزء الأسفل من القطاع ويعتمد التعرف عليها على العديد من

للتمكن من تطبيق نظام التصنيف على أنواع الأراضي الزراعية المختلفة ، ولتحديد موقعها في كل مستوى من مستويات التصنيف ، وتتلخص هذه الأسس في الآتي :-

\* **آفاق الأراضي الزراعية** : وقد عرّف النظام الأمريكي الآفاق ( أ ، ب ، ج ، ص ) بأنها آفاق تشخيصية تعني أفق سطحي ، وأفق تراكمي ، وأفق المادة الأساس ، وأفق صخري على التوالي وتم تمييز نوعين من الآفاق هما :-

الافاق	اهم الخواص
موليك ( Mollic )	لون داكن ، تشبع قاعدي < ٥٠٪ ، فوسفات < ٢٥٠ ج.م.م ، سمك < ٢٥ سم
انثروبك ( Anthropic )	لون داكن ، تشبع قاعدي < ٥٠٪ ، فوسفات < ٢٥٠ ج.م.م ، سمك < ٢٥ سم
أومبرك ( Umbric )	لون داكن ، تشبع قاعدي < ٥٠٪ ، فوسفات < ٢٥٠ ج.م.م ، سمك < ٢٥ سم
هيستك ( Histic )	محتوى عالٍ من المواد العضوية ، مشبع بالماء لمدة أكثر من ٢٠ يوم خلال السنة ، سمك ٢٠ - ٦٠ سم .
بلاجين ( Plaggen )	تكون بفعل الإنسان بإضافة التسميد العضوي ، سمك < ٥٠ سم .
أوكريك ( Ochric )	فاتح اللون ، جاف جداً ، سمك < ٢٥ سم .

● جدول ( ١ ) أهم خواص الآفاق التشخيصية السطحية ( EpiPdón ) .

الافاق	اهم الخواص
أرجيليك ( Argillic )	نسبة الطين أعلى من الآفاق السطحي إلى عمق ٣٠ سم أو أقل ، اغلفة طينية ، سمك < $\frac{1}{2}$ سمك الآفاق السطحي .
ناتريك ( Natric )	معادن سيلكات ( طيني ) ، صوديوم متبادل < ١٥٪ ، بناء عمودي أو منشوري
أجريك ( Agric )	أفق ترسيب طيني ومواد عضوية بسبب الزراعة المتصلة .
سومبريك ( Sombric )	داكن يحتوي على دبال منقول ، أراضي جيدة الصرف لا يعلوه أفق البيك .
اسبوديك ( Spodic )	نسبة عالية من أكاسيد الحديد والمانسيوم والمادة العضوية ، داكن أو محمر من الآفاق التي تليه ، قوام خشن ، تبادل كاتيوني عال .
بلايك ( Placic )	حاجز رقيق قوى ملتحم بالحديد أو الحديد والمنجنيز أو بمعقدات الحديد .
كامبيك ( Cambic )	أفق معدل بسبب حركات حبيبات التربة ، قوام أنعم من الرمل ، كميات كبيرة من معادن التجوية ، تغير حالات الرطوبة والجفاف ، كمية الطين أعلى من الآفاق الذي يليه .
أوكسيك ( Oxik )	تركيز أعلى من معادن الطين غير المتمدد ، بناء ضعيف ، تربة سهلة التفتت ، قوام طيني رمل وأكثر من ١٥٪ طين .
ديوريان ( Duripan )	طبقة صلبة متلاحمة بالسيليكا ، سهلة التفتت .
فراجيبان ( Fragipan )	طبقة ملتحمة عند الجفاف ، قوام طمي أو رملي منخفض المادة العضوية ، بطيئة النفاذية .
البك ( Albic )	أبيض ، أزيل منه الطين وأكاسيد الحديد ، يعلوه عادة أفق أرجيليك أو سبوديك .
كالسيك ( Calcic )	كربونات كالسيوم ومغنسيوم < ١٥٪ ، سمك < ١٥٪ ، < ٥٪ كربونات كالسيوم من الأفق الذي تحته .
جيبسيك ( Gypsic )	< ٥٪ جبس زيادة عن الأفق الذي تحته ، سمك < ١٥ سم .
بتروكالسيك ( Petrocalcic )	أفق كالسيك متلاحم سميك لا تخترقه الجذور .

● جدول ( ٢ ) أهم خواص الآفاق التشخيصية تحت السطحية ( Subsurface ) .

عدد من تحت الرتب طبقاً لعدة عوامل هي النظام الرطوبي ، والحراري ، والتركيب المعدني ( مواد الأصل ) ، والآفاق التشخيصية .

\* **تحت الرتبة** : ويتكون اسمها من شقين الأول يعبر عن خواص وراثية معينة والثاني هو العنصر المكون لاسم الرتبة . وتعكس تحت الرتبة أهم المتغيرات داخل الرتبة وتقسم كل تحت رتبة إلى مجموعات عظمى .

\* **المجموعة العظمى** : ويتكون اسمها من اسم تحت الرتبة مسبوقاً بمقطع خاص بتعريفها . وتعتمد المجموعة العظمى على الشبه الشديد في نوع وترتيب ودرجة تطور آفاق الأراضي الزراعية ، وأنظمة مائها وأنظمة درجة حرارتها وتقسم كل مجموعة عظمى إلى عدد من تحت المجموعات .

\* **تحت المجموعات** : ويتكون اسمها بوضع الصفة المميزة لها أمام اسم المجموعة العظمى ، ويوجد ثلاث أنواع من تحت المجموعات هي تحت المجموعة النم—وذجية ( Typic ) ، وتحت مجموعة المتداخلات المتدارجة ( Intergrades ) ، وتحت مجموعة غير المتداخلات ( Extragrades ) وتقسم كل تحت مجموعة إلى عدد من العائلات .

\* **العائلة** : وتعتمد على الاختلافات في الصفات الفيزيائية والكيميائية للأراضي الزراعية ذات التأثير المؤكد على نمو النبات ، وعلى الخواص المؤثرة في إدارة وزراعة الأراضي .

\* **السلسلة** : وهي المستوى الأدنى في التصنيف الأمريكي وتتكون من أراضي زراعية ذات آفاق متشابهة في قطاعاتها من حيث اللون ، والقوام ، والبناء ، والتماسك ، والتركيب المعدني والكيميائي وترتيب هذه الآفاق في القطاعات .

### ● تسمية مصطلحات التصنيف

تعد تسمية مصطلحات ( Nomenclature ) نظام التصنيف الأمريكي ظاهرة فريدة مقارنة بنظم التصنيف الأخرى حيث خصص لكل رتبة مقطع وصفي مشتق في العادة من أصل لاتيني أو إغريقي يستعمل كعنصر دال عند صياغة الاسم . وكذلك الحال في كل مستوى من مستويات تصنيف التربة حيث يحمل مستوى التصنيف ذاك العنصر أو العناصر الدالة من مستوى التصنيف الذي تقدمه .

### ● أسس التصنيف الأمريكي

يعتمد التصنيف الأمريكي على عدد من الأسس التي لابد من التعرف عليها وتحديدها



## تصنيف الأراضي الزراعية

ثم عدد من المجموعات العظمى لكل تحت رتبة ، وعدد من تحت المجموعة لكل مجموعة عظمى ، وعدد من العائلات لكل تحت مجموعة ، وعدة سلاسل لكل عائلة حيث يرتبط الاسم النهائي للأراضي الزراعية المصنفة بخواص مستويات التصنيف في الرتبة المعينة .

وكمثال للتصنيف  
( Typic Torriorthent Coarse Loamy Mixed Iso Hyperthermic )

وهذا يعني أن هذه الأراضي تنتمي إلى رتبة الانتيسول وذلك في اللفظ ( ent ) ، وتقع في تحت الرتبة ( Torriorthent ) حيث توضح أنها أراضي طميية تحت نظام ماء أراضي جاف ، واللفظ ( Typic ) يحدد تحت المجموعة ، و ( Coarse Loamy ) قوام مماثلة للتربة ، و ( Mixed ) تعني خليط من المعادن ، و ( Isohyperthermic ) تعني نظام حرارة الأراضي .

وتبعاً لهذا النهج يمكن الوصول إلى التصنيف العلمي للتربة . غير أنه في هذا المجال يتعذر الخوض في تفاصيل كل رتبة .

### التصنيف الدولي للأراضي

يهدف التصنيف الدولي للأراضي ( FAO/ UNESCO Soil Classification ) إلى إعداد تصنيف شامل لوحدة التربة على المستوى العالمي وذلك لحصر موارد التربة العالمية عن طريق عمل خرائط ترب ذات مصطلحات موحدة تساهم في توجيه واستغلال وإدارة الأراضي . ويعد التصنيف الدولي للأراضي القاعدة الأساس

رقم ( ٥ ) الخصائص التشخيصية الرئيسة للترتب ، وحسب ذلك النظام فهناك عشر رتب للتربة ينتهي اسم كل واحدة منها بكلمة سول ( Sol ) وتعني تربة .

واستناداً على نفس الأسس يتدرج التصنيف على المستويات الأخرى حيث تحتوي كل رتبة على عدد من تحت الرتبة ،

النظام	أهم الخواص
أكويك ( Aquic )	بيئة أكسدة واختزال بسبب الغمر بالمياه الجوفية .
أريديك ( Aridic )	أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة .
يوديكي ( Udic )	أراضي المناطق الرطبة .
يوستيكي ( Ustic )	أراضي المناطق شبه الرطبة أو شبه الجافة .
زيريكي ( Zeric )	أراضي مناخ البحر الأبيض المتوسط .

● جدول ( ٣ ) أهم خواص أنظمة ماء الأراضي الزراعية .

النظام	متوسط درجة الحرارة / سنة
بيرجيليك ( Pergelic )	صفر مثوي .
كرايك ( Cryic )	أكبر من صفر وأقل من ٨ م .
فريجيد ( Frigid )	أقل من ٨ م .
ميزك ( Mesic )	أكثر من ٨ م وأقل من ١٥ م .
ثيرمك ( Thermic )	أكثر من ١٥ م وأقل من ٢٢ م .
هايبر ثيرمك ( Hyper Thermic )	أكثر من ٢٢ م .

● جدول ( ٤ ) أهم خواص أنظمة حرارة الأراضي الزراعية .

الخواص الفيزيائية والكيميائية والمورفولوجية ( الظاهرة للعين بالدراسة الحقلية ) والمعالج البيدولوجية الأخرى . ويوضح الجدول ( ٢ ) أهم خواص الآفاق التشخيصية تحت السطحية .

● أنظمة ماء الأراضي الزراعية : وهي أنظمة تتأثر بالمناخ ، وطوبوغرافية الموقع ، ومقدرة الأراضي الزراعية على مسك الماء . فيكون الماء متاحاً لأغلب النباتات عندما يكون ممسوكاً في الأراضي الزراعية بقوة شد تقل عن ١٥ باراً ( bar ) ، ومع زيادة قوة الشد لأكثر من ١٥ باراً تعد الأراضي الزراعية جافة . ويوضح جدول ( ٣ ) أهم خواص أنظمة ماء الأراضي الزراعية .

● أنظمة حرارة الأراضي الزراعية : تلعب حرارة الأراضي الزراعية دوراً هاماً في التفاعلات الكيميائية ، كما أنها تؤثر على نمو النبات ، والنشاطات الأحيائية في الأراضي الزراعية ، وإنبات البذور . وتقاس درجة حرارة الأراضي الزراعية على عمق ٥ سم من سطح الأرض . ويوضح الجدول ( ٤ ) أهم خواص أنظمة حرارة الأراضي الزراعية ، مع ملاحظة أنه في الأنظمة الثلاثة الأخيرة يزيد متوسط درجة حرارة شهور الصيف بخمس درجات أو أكثر عن متوسطها في شهور الشتاء .

### ● مثال للتصنيف

تصنف الأراضي الزراعية اعتماداً على الأسس التي سبق شرحها بدءاً بتحديد الرتبة وإنهاء بالعائلة ، وتتميز كل رتبة بعدد من الخواص تميزها عن الرتب الأخرى بسبب التباين في طبيعة مادة الأراضي الزراعية ، ووجود أو عدم وجود آفاق تشخيصية ، ونظام ماء الأراضي الزراعية ، ويوضح جدول

الرتبة	المعنى	الخصائص	العامل المحدد
هستيسول ( Histisol )	عضوية	وجود كمية كبيرة من المواد العضوية	طبيعة مادة التربة
فريتيسول ( Vertisol )	طينية متشققة	أراضي طينية متشققة ( أراضي مقلوبة ) .	عدم وجود آفاق تشخيصية
انتيسول ( Entisol )	حديثة	ليست بها آفاق تشخيصية .	
انسبتيسول ( Inceptisol )	أولية أو حديثة العمر	أفق كامبيك ، أفق علوي أميريكي .	
مليسول ( Mollisol )	رخوة	أفق علوي مولليكي .	
سبودوسول ( Spodosol )	أراضي حمراء عضوية	أفق أسبوديك .	وجود آفاق تشخيصية
الفيسول ( Alfisol )	أراضي حمراء	أفق أرجيليكي أو كامبيك ، تشبع قاعدي عالي .	
التيسول ( Ultisol )	مغسولة ( Leached ) نهائياً	أفق أرجيليكي تشبع قاعدي منخفض .	
أوكسيسول ( Oxisol )	خليط من أكاسيد الحديد والألمنيوم	أفق أكسيك	
أريديسول ( Aridisol )	جافة	أرض جافة أو ملحية .	نظام ماء التربة

● جدول ( ٥ ) الخصائص التشخيصية الرئيسة للترتب .



## تصنيف الأراضي الزراعية

تعد معظم الأراضي الزراعية بالملكة العربية السعودية حديثة التكوين ، حيث تفتقر قطاعات هذه الأراضي إلى أي نوع من خواص التطور ، ويعزى ذلك لقلة الرطوبة وللتجدد المستمر للسطح بواسطة عوامل التعرية والترسيب ، كما أن الأملاح الذائبة والجبس وكربونات الكالسيوم التي تنتقل بواسطة الرياح تضاف إلى الأراضي الزراعية بأسرع من عملية التخلص منها داخل القطاع غير أنه في بعض الترب المتطورة ، قديمة التكوين ، ذات السطح المستقر ، أدت المناخات الرطبة في العصور السابقة إلى توزيع جزئي لكربونات الكالسيوم في طبقات الأرض ، وقد نتج عن ذلك تركيزها في أعماق معينة بيد أن هناك مساحات صغيرة من الأراضي الزراعية المتطورة - تحتوي على أفاق تشخيصية - موزعة في جميع أنحاء المملكة . وتشتمل هذه الأراضي على الصحاري الرملية ، والتلال ، والسفوح والحرث ، والمراوح الرسوبية ، والمنحدرات السفلى ، والوديان ، وحوض الإحساء ، والسهول السطحية ، والهضبة الشرقية ، وأحواض مغلقة ، وسهل تهامة ، ومرتفعات عسير .

وسولونتشاك ( Solonetz ) ،  
وسولونتشاك ( Solonchak ) ،  
وكاستونوزم ( Kastanozem ) ،  
وريجو سول ( Rego Soils ) .  
كما يتبنى مفتاح الخريطة الأسماء التي اكتسبت قبلاً في الوقت الحاضر مثال فريتسول ( Vertisols ) « الأراضي الزراعية الطينية المتشققة » ، وأندوسول ( Andosols ) « الأراضي الزراعية البركانية » ، وجلاي سول ( Gleysols ) « أراضي زراعية مشبعة بالمياه » ، وهيسوسول ( Histisols ) « أراضي مواد عضوية » ، وفيراسول ( Ferasols ) « أراضي مناطق المناخ الاستوائي الحمر والغنية بالحديد والالومينا » .

### تصنيف أراضي المملكة

تعد رتبتي الأريديسول ( Aridisols ) ،  
والانتيسول ( Entisol ) الرتبتان السائدتان بالملكة العربية السعودية ، ويوضح شكل (٢) تسلسل لتصنيف الأراضي السائدة بالملكة بدءاً من الرتبة حتى السلسلة وذلك حسب نظام التصنيف الأمريكي .

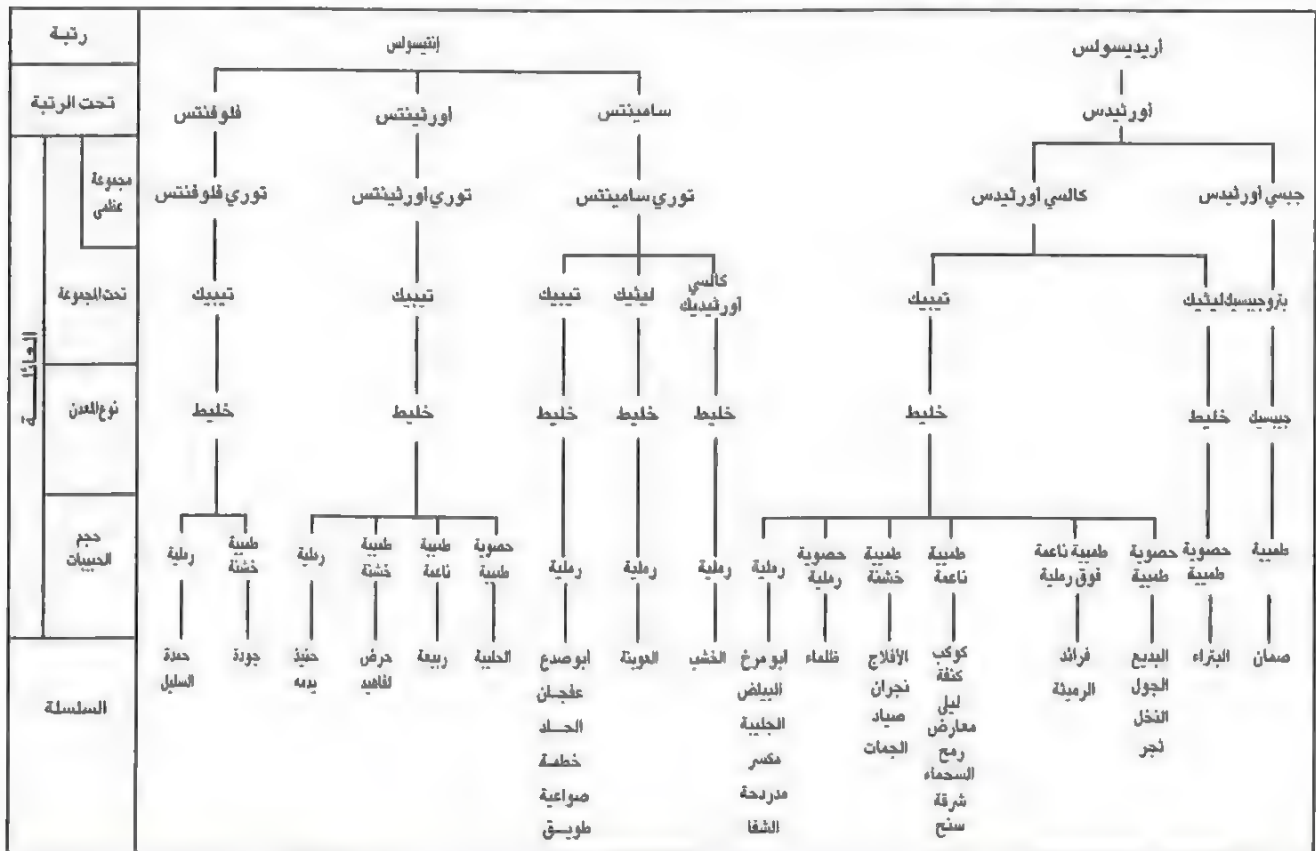
لعمل مفتاح وحدات خريطة الأراضي الزراعية في العالم الفاو - يونسكو ، ١٩٧٤ ( Soil units For FAO/UNISCO Soil Map of the world ) .

وعلى الرغم من أن مفتاح خريطة الفاو - يونسكو كان يهدف إلى تكوين قائمة توضح موارد العالم الأرضية في خريطة ذات مقياس رسم ١ : ٥٠٠,٠٠٠ إلا أنه قد يتم استعماله كمخرج للتنسيق بين النظم المختلفة لتصنيف الأراضي الزراعية وتقييم الأراضي وخاصة في المقارنة بين الأنظمة المختلفة للتصنيف .

ويحتوي مفتاح خريطة الأراضي الزراعية في العالم حسب هذا النظام على ٢٨ وحدة رئيسية من الأراضي الزراعية تنقسم بدورها إلى ١٥٢ وحدة ثانوية على أساس عدة عوامل منها القوام ، والميل ، والمناخ ، والملوحة ، ومحتوى المادة العضوية ... وغيرها .

### ● تسمية الوحدات الرئيسية

اتخذت سياسة عامة للإستفادة من أسماء الأراضي الزراعية المعروفة عالمياً في تطوير مفتاح خريطة العالم ، كمثال شيرنوزم ( Chernozem ) ، والبودزول ( Podzols ) ، وبلاناسول ( Planasols ) ،



● شكل (٢) تصنيف الأراضي بالملكة طبقاً لنظام التصنيف الأمريكي .



# الخواص الفيزيائية للتربة

د. علي محمد تركي الدربي



تحتاج النباتات لنموها - بصورة عامة - إلى كل من الضوء والدعم الميكانيكية والحرارة والماء والهواء والعناصر الغذائية . وباستثناء الضوء فإن التربة هي التي تعد النبات كلياً أو جزئياً بباقي احتياجاته الأساسية . وبالتالي فإن دراسة خواصها المختلفة تعد ذات أهمية كبرى حتى يمكن إختيار أنسب السبل للحفاظ عليها في صورة ملائمة لنمو النبات .

والغرين والطين) ويدل مصطلح القوام على مدى خشونة أو نعومة التربة . وهناك اثني عشر صنفاً لقوام التربة حسب تصنيف المنظمة العالمية لعلوم الأرض ، شكل (٢) . يمكن تجميع أصناف قوام التربة المذكورة في ثلاثة مجاميع رئيسية وذلك كما يلي :

## ● تربة خفيفة (خشنة) القوام

تضم التربة خفيفة القوام (Light "Coarse" Textured Soils) كلا من التربة الرملية (Sandy Soil) وهي التربة الأكثر خشونة ، تليها التربة الرملية الطميية (Loamy Sand) والتربة الطميية الرملية (Sandy Loam) والتي تعد الأقل خشونة في هذه المجموعة . تتميز التربة خفيفة القوام بكبر حجم المسامات وقلة عددها مما يجعلها قليلة القدرة على الاحتفاظ بالماء رغم تهويتها الجيدة .

## ● تربة متوسطة القوام

تتدرج التربة متوسطة القوام (Medium Textured Soils) من تربة طميية (Loam Soil) ، وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة ، تليها التربة الطميية الغرينية (Silty Soil) . وأخيراً التربة الغرينية (Silt Loam) .

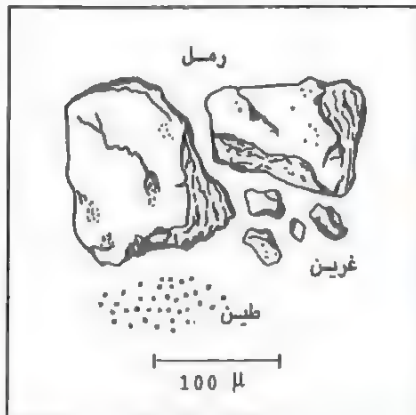
## ● تربة ثقيلة القوام

تشمل التربة ثقيلة القوام (Heavy Textured Soils) التربة التي يدخل في إسمها كلمة الطين (Clay) ، وهي تتدرج من تربة الطمي طيني رملي (Sandy Clay Loam)

من الحجم والشكل والتركيب المعدني نتيجة لإختلاف ظروف تكوينها ، ويطلق على حبيبات التربة التي يزيد قطرها عن ٢ مم حصي أو فتات صخري ، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٢ مم فيطلق عليها ناعم التربة وذلك حسب التصنيف الذي وضع للأغراض الزراعية .

تنقسم مجموعات ناعم التربة حسب حجمها إلى رمل (Sand) ويتراوح قطره من ٢ إلى ٠,٠٢ مم حيث يتدرج من الخشن جداً ، الخشن ، المتوسط ، والناعم . وبلي ذلك الغرين (Silt) ويتراوح قطر حبيباته بين ٠,٠٢ إلى ٠,٠٠٢ مم ، أما الحبيبات التي يقل قطرها عن ٠,٠٠٢ مم فيطلق عليها الطين (Clay) ، شكل (١) .

يعرف قوام التربة على أنه النسب المختلفة من حبيبات التربة الأولية (الرمل



● شكل (١) مقارنة بين أحجام وأشكال حبيبات الرمل والغرين والطين.

تلعب الخواص الفيزيائية للتربة دوراً هاماً في التأثير على نمو النبات ، فحبيبات التربة الصلبة مثلاً - إضافة إلى أنها المخزن الرئيسي للعناصر الغذائية - تمثل الدعامة الميكانيكية التي يستند إليها النبات ، كما أن التوزيع الحجمي يتحكم في مساحة الأسطح الداخلية المطلوبة لحفظ وتوصيل الماء والعناصر الغذائية . كذلك تؤثر الصفات الميكانيكية للحبيبات على درجة تماسك التربة (مدى انضغاط التربة) وبالتالي على مقدرة البذور على الإنبات والجذور على الانتشار في التربة ، كما أن للخواص الفيزيائية الدور الكبير في تحديد درجة التهوية الطبيعية للتربة ، بالإضافة إلى تأثيرها المباشر على الصفات الحرارية للتربة . وعموماً فإن أنبات البذور يتأثر بدرجة كبيرة بحرارة التربة ، كما أن نمو وانتاجية النبات تتأثر بشكل واضح بدرجة تركيز الأكسجين في التربة .

يتناول هذا المقال بعضاً من الخواص الفيزيائية للتربة من الوجهة الزراعية البحتة والتي لها علاقة مباشرة بالنبات .

تعد الحبيبات الصلبة المعدنية المكون الرئيسي لجسم التربة ، وهي تشكل الدعامة الميكانيكية الأساسية والمخزن الرئيسي للعناصر الغذائية للنباتات النامية . وتتميز الحبيبات المعدنية للتربة بتباين كبير في كل



## الخواص الفيزيائية للتربة

وتهوية جيدة وصرف جيد . ويتطلب ذلك بعض الأساليب الزراعية التي تعمل على تحسين البناء ومنع تدهوره مثل :-

١- التسميد العضوي المنتظم بكميات تتناسب مع معدل تحلل المادة العضوية وذلك لما لها من أهمية في ثبات الحبيبات المركبة وبالأذات في المناطق الجافة مثل توب المملكة لقلة المادة العضوية بها .

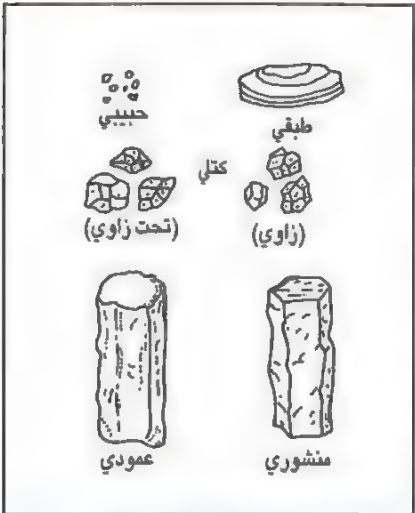
٢- اتباع دورات زراعية تدخل في عناصرها المحاصيل البقولية وتدية الجذور وكذلك المحاصيل ذات الجذور المختلفة الأعماق .

٣- التسميد الخضري عن طريق قلب المحاصيل في التربة وخاصة البقولية منها .

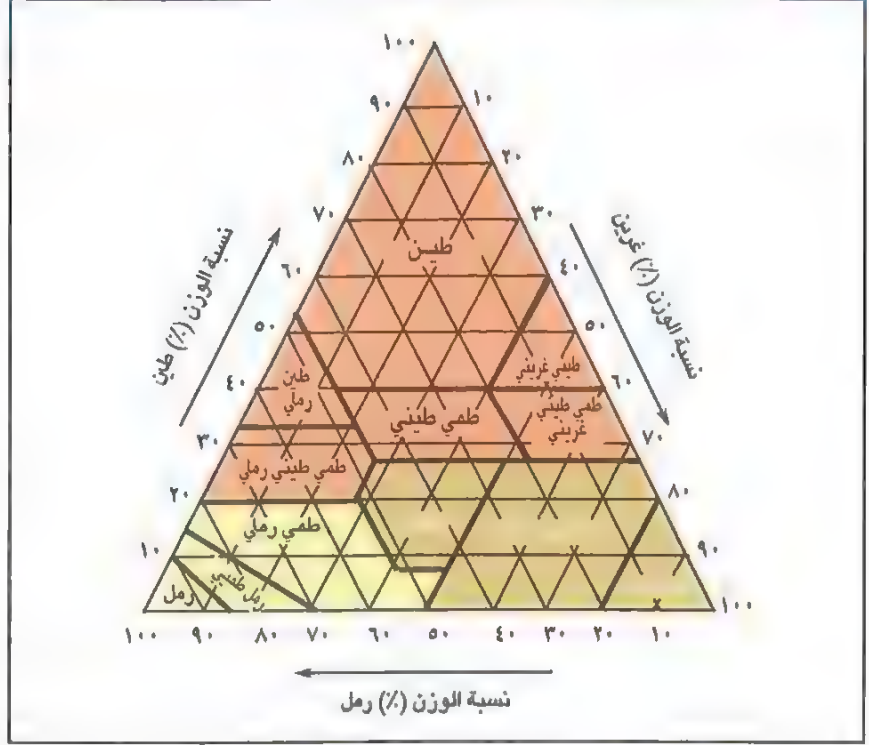
٤- إضافة محسنات التربة ومركبات الإستصلاح المعروفة مثل الجبس والمركبات العضوية التي تحاكي المركبات الطبيعية الناتجة من تحلل المادة العضوية في تأثيرها الإيجابي على بناء التربة .

٥- ترشيد استخدام الآلات الزراعية واختيار الأكثر ملائمة منها لقوام التربة وإجراء العمليات الزراعية (الحراثة) في أفضل الأوقات مع مراعاة محتوى التربة الرطوبي ، وذلك لأنها قد تؤدي إلى تحطيم البناءات المرغوبة وتكوين بناءات غير مرغوبة وتجنب الحرث المتكرر على أعماق ثابتة .

اللون هو صفة ظاهرية للتربة قد يعكس فقط بعض خواصها وعمليات تكوينها



● شكل (٣) أشكال بناء التربة.



● شكل (٢) مثلث قوام التربة.

والحيوية التي تعمل على ربط هذه الحبيبات ببعضها البعض في كتل لها أشكال وأحجام محددة . وقد تختلف هذه الكتل في الأحجام من جزء من السنتمتر إلى عدة سنتمترات . ويوضح الشكل (٣) أنواع البناء التي يمكن أن توجد في التربة .

يعمل بناء التربة على تعديل تأثير القوام بالنسبة للعلاقة بين الرطوبة والهواء وتيسر العناصر الغذائية ونشاط الكائنات الدقيقة والنمو الجذري للنباتات . ويمكن رصد أهمية بناء التربة بسهولة من خلال تحديد المسامية الكلية للتربة ، وأشكال الفراغات وتوزيعها الحجمي . ويتأثر البناء بعمليات الحرث والخدمة الزراعية والحركة المروية على التربة . وتعد التربة المفككة وعالية المسامية والمنفذة للماء - على الأقل في طبقتها السطحية - من أحسن الترب لأنها تضمن تهئية المناخ الملائم لإنبات ونمو بإدارات النبات بصورة أفضل . وتزداد أهمية معرفة بناء التربة في الترب ثقيلة القوام لأن البناء الجيد يحسن من الصفات الفيزيائية في مثل هذه الترب .

ولضمان انتاجية عالية للتربة يمكن تحسين بناء التربة من خلال المحافظة على بناء ذو تحجب جيد ومسامية مناسبة

وهي الأكثر خشونة في هذه المجموعة ، تليها بالترتيب من الأخف إلى الأثقل كلاً من تربة الطين الرمل (Sandy Clay) والطيني الطيني (Clay Loam) والطين الغريني (Silty Clay Loam) والطين الغريني (Silty Clay) وأخيراً الطين (Clay).

تتميز التربة ثقيلة القوام بمسامية عالية ولكن معظم هذا المسامات دقيقة الحجم مما يعطيها القدرة العالية على الاحتفاظ بالماء ، إلا أنه يعاب على هذا النوع من التربة أنها غير جيدة التهوية إلا في حالة التربة جيدة البناء .

يعد بناء التربة أحد الخواص الفيزيائية الديناميكية للتربة ، فهو يتأثر بوضوح بالظروف الكيميائية والفيزيائية والبيئة المحيطة بالتربة ، كما يتأثر بالعمليات الزراعية . ويعرف بناء التربة بأنه نظام ترتيب الحبيبات الأولية المكونة للتربة (رمل ، وغرين ، وطين) في وحدات بنائية أساسية تسمى الحبيبات المركبة (Aggregates) . تعتمد عملية تكوين الحبيبة المركبة على الطبيعة الالتصاقية للحبيبات الأولية المكونة للتربة ، والقوى الفيزيائية والكيميائية



المعادن في التربة هي من الكوارتز والفلدسبار والطين فإن قيمة الكثافة الحقيقية للتربة تتراوح بين ٢,٦ - ٢,٧ جم/سم<sup>٣</sup>. وتعمل المادة العضوية على خفض الكثافة الحقيقية للتربة حتى تصل إلى ٢,٤ جم/سم<sup>٣</sup> للتربة التي تصل نسبة المادة العضوية فيها إلى ١٠٪.

تعرف الكثافة الظاهرية للتربة على أنها كتلة التربة الجافة تماماً (عند ١٠٥°م حتى ثبات الوزن) إلى الحجم الكلي للتربة، وتؤثر الكثافة الظاهرية بشكل مباشر على عملية النمو والإنتاج النباتي عبر تأثيرها على الأنظمة المائية والهوائية والحرارية في التربة، فالكثافة الظاهرية لها دور مؤثر على قيمة التوصيل الهيدروليكي للماء والإنتشار الغازي والتوصيل الحراري داخل التربة، وتتأثر بقوام التربة، وبمحتواها العضوي وبنائها وشكلها، كما تتأثر بالعمليات الزراعية المختلفة ودرجة تراص حبيبات التربة واندماجها والإنتشار الجذري وكثافته، إضافة إلى ظاهرتي الإنتفاخ والانكماش لمعادن الطين بالتربة، وتتراوح الكثافة الظاهرية للتربة الرملية بين ١,٨ - ١,٢ جم/سم<sup>٣</sup> نظراً لقلة الحجم الكلي للمسامات، بينما تتراوح الكثافة الظاهرية للتربة المتوسطة إلى ناعمة القوام بين ١,٦ - ١,٠ جم/سم<sup>٣</sup> تبعاً لنسبة المسامات فيها ومحتواها من المادة العضوية.

وعموماً تعد الكثافة الظاهرية للطبقات التحتية أعلى منها للطبقات السطحية، ويعزى ذلك إلى انخفاض محتوى الطبقات التحتية من المادة العضوية وانخفاض درجة تحببها وزيادة الضغوط الواقعة عليها، مما يزيد من اندماجها وتراصها وبالتالي ارتفاع كثافتها الظاهرية.

تؤخذ قيمة الكثافة الظاهرية للتربة في أحيان كثيرة كمؤشر على درجة تراص التربة واندماجها وحالة بنائها الحقلي وعلى مساميتها ونظامها الهوائي. فمقدّر انخفاض الإنتاج الزراعي نتيجة لارتفاع الكثافة الظاهرية للتربة بسبب استخدام الآليات الزراعية الثقيلة التي تتجاوز أوزانها ١٥ طناً.

يشكل هواء التربة أحد أطوارها والذي يتصف بعدم الثبات حجماً وتركيباً، فهو

الماء، كما أنها تعيق حركته داخلها لتقتصر على الخاصية الشعرية.

### ● مسامات متوسطة

تنتج المسامات المتوسطة (Mesopores) عن تجمع حبيبات التربة المركبة الصغيرة إلى متوسطة الحجم، ويتراوح قطرها بين ١٠,١ إلى ١٠٠ ميكرومتر.

### ● مسامات كبيرة

تنتج المسامات الكبيرة (Macropores) عن تجمع حبيبات التربة المركبة الكبيرة أو حبيبات الرمل ويتجاوز قطرها ١٠٠ ميكرومتر. وهي قد تنتج عن قنوات الديدان الأرضية وغيرها. وتعد هذه المسامات غير حافظة للماء إطلاقاً حيث يتحرك الماء فيها بسرعة تحت فعل الجاذبية الأرضية.

وعموماً تلعب أشكال وأقطار هذه المسامات دوراً رئيسياً في حركة الهواء والماء في التربة، بينما تلعب المسامات الكلية دوراً أقل بكثير، لذا يلاحظ أن حركة الماء والهواء في الترب الرملية أسرع منها في الترب الطينية على الرغم من أن مسامية التربة الطينية أعلى من مسامية التربة الرملية. وقد يعزى ذلك إلى أن نسبة المسامات الكبيرة عالية في الترب الرملية، بينما تسود المسامات الدقيقة في التربة الطينية مما يجعل حركة الماء بطيئة جداً في هذه الترب، وهذا يعني أن معرفة المسامية الكلية ليس له أهمية في التعرف على مدى تهوية الترب وحرية حركة الماء والهواء والجذور، وأن معرفة التوزيع الحجمي لهذه المسامات هو الذي يلعب دوراً كبيراً في هذا الخصوص، وبالتالي فإن تحسين النظامين الهوائي والمائي للتربة الثقيلة (الناعمة) القوام يتطلب العمل على رفع نسبة المسامات الكبيرة فيها.

يمكن التعبير عن كثافة التربة بمصطلحين رئيسيين هما الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية للتربة، وتعرف الكثافة الحقيقية للتربة على أنها كتلة وحدة الحجم من المادة الصلبة. وهذه لا تتأثر بنظام ترتيب حبيبات التربة، ولكنها تتأثر بمكونات التربة المعدنية، ونظراً لأن غالبية

وليس له دلالة على قوام التربة أو بنائها أو حالتها الفيزيائية العامة إلا في إطار الخبرة والممارسة العملية بموقع معين ولون محدّد. ومن مسببات اللون المادة العضوية التي تضاف على سطح التربة اللون الداكن الأسود أو الرمادي، وأكاسيد الحديد التي تعطي اللون الأحمر والأصفر بحسب نسبته المختلفة، كما أن أكاسيد المنجنيز وكبريت الحديد تضيف اللون الداكن، وقد يعطي لون التربة كذلك دلالة على ظروف صرف وتهوية التربة، فنجد أن اللون الفاتح يدل على التهوية الجيدة، بينما يدل اللون الرمادي المزرقي أو المخضر على ظروف صرف سيئة. وعموماً يستخدم لون التربة ودرجته كخاصية ظاهرية تساعد المختصين - في تصنيف التربة - على استخلاص معلومات عن الظروف المتعلقة بتكوين التربة وتطور أفاقها.

تتميز مسام (فراغات) التربة بنظام هندسي معقد نظراً لاختلاف حبيباتها في الحجم والشكل والانتظام وميل بعضها للانتفاخ والانكماش والحركة والهجرة عبر قطاع التربة، الأمر الذي يؤدي إلى تباين مسامات التربة وأشكالها وأبعادها وتعرجها واستمرارية اتصالها من موقع لآخر ومن تربة لأخرى.

وتعرف مسامية التربة على أنها حجم المسام النسبي. وذلك لوصف نظام الفراغات في التربة، وقد تكون هذه المسامات مشغولة بالماء أو الهواء أو كليهما، وتتراوح قيمتها بين ٣٠ - ٦٥٪ من حجم التربة، حيث تمثل التربة خشنة القوام إلى أن تكون أقل مسامية من التربة ناعمة القوام بالرغم من أن متوسط حجم المسامات الفردية أكبر في الترب الخشنة عنه في الترب ناعمة القوام، وبصورة عامة يوجد في التربة ثلاث أنواع من المسام هي :-

### ● مسامات دقيقة جداً

تنتج المسامات الدقيقة جداً (Micropores) من حبيبات التربة الأولية الدقيقة (الطين) وتعرف أيضاً بالمسامات الشعرية التي يقل قطرها عن ١٠، ٠ ميكرومتر، مما يجعلها تحبس الماء والهواء بداخلها، عليه لا بد للنبات من بذل جهد (طاقة) للحصول على احتياجاته المائية والهوائية منها، وتعد هذه المسامات مسؤولة بالدرجة الأولى عن حفظ



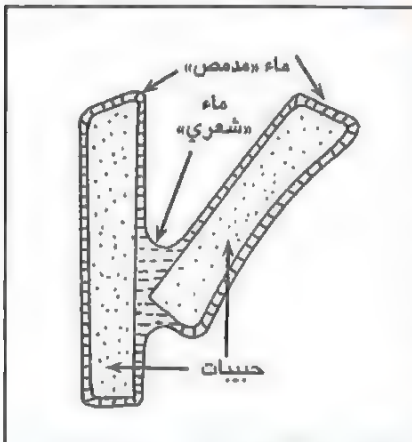
الجذور، إضافة لذلك فإن تحرك الماء إلى سطح التربة نتيجة لزيادة نسبة البخرنتح (Evapotranspiration) يؤدي إلى تحرك الأملاح إلى سطح التربة وتراكمها بنسب قد تكون عالية تؤثر على نمو النبات. كما أن للماء تأثيرات على بعض الخواص الميكانيكية للتربة مثل الخواص التماسكية وصلابتها للحث.

ويمكن تصنيف ماء التربة إما على أساس الدرجة النسبية لمقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وإما على أساس درجة استفادة النبات من الماء (العلاقة بالنبات) وذلك كما يلي :-

### ● العلاقة بالتربة

وضع هذا التصنيف لمراعاة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وقدرة النبات على أخذ ذلك الماء والذي يتأثر مقداره - بدرجة رئيسية - بقوام التربة وبنائها ونسبة المادة العضوية، وحسب ذلك التصنيف تختلف مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء باختلاف مواضع تماس الماء بحبيبات التربة وذلك كما يلي :-

- ١- ماء الجذب (Gravitational Water) : وهو الماء الذي يوجد بالمسامات الكبيرة بعد غمر التربة بالماء ويتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية، ومن الوجهة الزراعية يجب التخلص منه لأنه يؤدي إلى خنق النبات.
- ٢- الماء الشعري (Capillary Water) : وهو الماء الموجود في المسامات الدقيقة للتربة أي ما يسمى بالمسامات الشعرية (Capillary Pores)، وهو في صورة أغشية رقيقة محيطة بحبيبات التربة، شكل (٤)، ويعد معظم هذا الماء متاحاً للنباتات حيث يمكن إمتصاصه والإستفادة منه.



● شكل (٤) علاقة ماء التربة بحبيبات التربة غير المشبعة.

البادرات ونموها، والنمو الجذري، ونشاط الأحياء الدقيقة. حيث أن لكل نبات درجة حرارة تربة دنيا لا بد من الحصول عليها لحدوث مثل تلك الأنشطة.

وتتأثر حرارة التربة بسرعة بسبب التغيرات في عمليات التبادل الإشعاعي والحراري، والطاقة الكامنة التي تحدث عبر سطحها. كما تتأثر بتغير الزمن فصلياً ويومياً ومن ساعة إلى أخرى نهائياً ولبالذ، ويتأثر هذا التغير بدوره مكانياً عبر قطاع التربة مما يؤثر على الخواص الفيزيائية المختلفة للتربة، مما يجعل دراسة النظام الحراري للتربة أمراً بالغ التعقيد.

ويمكن إيجاز العوامل التي تؤثر على حرارة التربة ونظامها الحراري في التالي :  
- تأثير العوامل الجوية من رطوبة ورياح وغيوم وساعات إضاءة.  
- الموقع الجغرافي وتضاريس الأرض.  
- ظروف تغطية السطح ونوع الغطاء وكثافته.

- خواص التربة الفيزيائية ومكوناتها المعدنية.

أما العوامل التي تؤثر في تباين حرارة التربة من نقطة لأخرى فيها، فيمكن حصرها بالنقاط التالية :-

- التبادل الحراري مع الهواء المحيط بحبيبات التربة.
- التبادل الحراري مع الوسط عن طريق الإشعاع.
- العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تجري في التربة.
- التدفق الحراري داخل التربة نفسها بواسطة التوصيل الحراري.



يلعب الماء دوراً أساسياً في التربة ونمو النباتات، وللماء عدة مهام في التربة منها أنه ضروري ومهم لعمليات التجوية، وتحلل المواد العضوية، والتفاعلات الكيميائية التي ينتج عنها توفر العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات في نموه، ويعد ماء التربة وسطاً ملائماً لحركة العناصر الغذائية من منطقة نشوئها إلى جذور النباتات، ولكن في المقابل فإن كثرة الماء في التربة تؤدي إلى فقد العناصر الغذائية عن طريق غسلها خارج منطقة الجذور، كما تؤدي إلى الحد من حركة الهواء خلال التربة مما يؤدي إلى حرمان النبات من الأكسجين المطلوب لنمو

يتغير تبعاً لرطوبة التربة والنشاط الحيوي والظروف الحيوية المحيطة والعمق، ويملا الهواء مسامات التربة الفارغة فتتخفف قيمته مع ازدياد المحتوى الرطوبي إلى أن ينعدم وجوده في حالة التشبع المائي للتربة. وتهوية التربة (Soil Aeration) هي عبارة عن عملية التبادل الغازي للأكسجين ( $O_2$ ) وثنائي أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) مع الهواء الجوي إضافة إلى الغازات الأخرى الموجودة في الجو مثل النيتروجين وبعض الغازات الأخرى الناتجة عن النشاط الحيوي.

ويعد هواء التربة وخاصة غاز الأكسجين عاملاً مؤثراً في نمو النباتات، وينعكس تأثيره على الإنتشار الجذري، وعملية امتصاص الماء والعناصر الغذائية، إضافة إلى النشاط الحيوي في التربة، وتحولات الطاقة بها، وأكسدة العديد من المركبات والعناصر المعدنية فيها، والتي تؤثر في مجملها على خصوبة التربة وإنتاجيتها.

ويتوقف تركيب هواء التربة على سرعة عملية التبادل الغازي بين الهواء الجوي (الخارجي) وهواء التربة. ففي التربة جيدة التهوية مثلاً يكون تركيب هواء التربة قريباً من تركيب الهواء الجوي الخارجي حيث يستبدل الأكسجين المستهلك في التربة نتيجة للنشاط الحيوي بسرعة من الجو. أما في حالة التربة رديئة التهوية فيختلف الأمر لاختلاف تركيب هواء التربة عن تركيب الهواء الخارجي، وتتشأ الاختلافات الكبيرة في تركيز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) الذي يعد الناتج الرئيسي من عملية التنفس الهوائي لجذور النباتات والعديد من الكائنات الحية في التربة، حيث يصل تركيزه في التربة من عشر أضعاف إلى مائة ضعف تركيزه في الجو.



تلعب حرارة التربة وتغيراتها - زمانيّاً ومكانيّاً - دوراً هاماً في تحديد معدلات واتجاهات العمليات الفيزيائية للتربة وتحولات الطاقة والكتلة وتبادلها مع الجو عبر عمليات التبخر والتهوية، كما تتحكم درجة الحرارة في أنواع ومعدلات التفاعلات الكيميائية التي تحدث في التربة، ويضاف إلى ذلك تأثير درجة حرارة التربة على العمليات الحيوية مثل انبات البذور وظهور



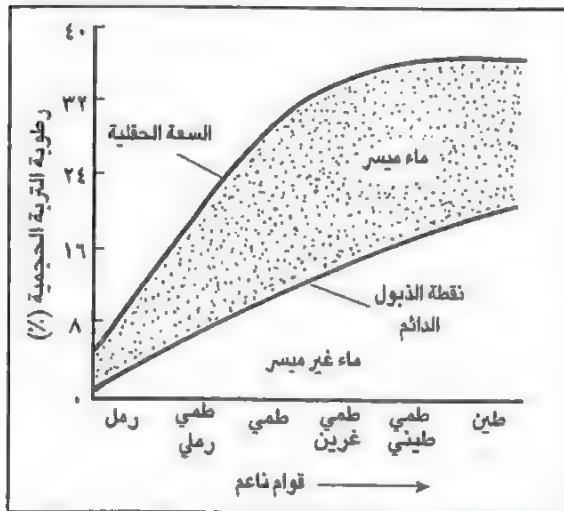
الماء بالتربة . ومن هنا نشأ مفهوم جهد ماء التربة (Soil Water Potential) وهو عبارة عن الضغط اللازم لتحرير (سحب) الماء من التربة لجعله متاحاً للنبات ، ولأن عملية سحب الماء من التربة تتأثر بقوى مختلفة مثل : الجاذبية الأرضية ، والضغط الهيدروستاتيكي ، وقوى انجذاب الماء في القنوات الشعرية ، وغيرها ، فإن جهد ماء التربة يحسب على أنه مجموع الجهد الناتج عن تلك القوى ولذلك فإن مكوناته تنحصر فيما يلي :-

\* **جهد الجاذبية (Gravitational Potential) :** وهو الجهد الناتج عن الجاذبية الأرضية .

\* **جهد الضغط (Pressure Potential) :** وهو الجهد الناتج عن الضغط الهيدروستاتيكي ويكون له قيمة في الترب المشبعة فقط .

\* **الجهد الماتري (Matric Potential) :** ويطلق عليه أيضاً الضغط السالب . وهو ناتج عن التصاق ماء التربة بجزيئاتها في القنوات الشعرية . وبما أن هذا النوع من الماء يحتاج إلى جهد لسحبه وجعله متاحاً للنبات فإن قيمة هذا الجهد تزداد بازدياد جفاف التربة ، وكذلك بازدياد نسب الطين فيها .

\* **الجهد الاسموزي (Osmotic Potential) :** وينتج عن وجود الأملاح في التربة ، وهو جهد ليس له تأثير على حركة الماء في التربة في صورته السائلة ولكنه ذو تأثير فاعل على مقدرة النبات في امتصاص الماء وعلى تبخر الماء من التربة .



● شكل (٥) العلاقة العامة بين الخواص الرطوبة للتربة وقوامها.

يوضح الشكل (٥) العلاقة العامة بين الخواص الرطوبة للتربة وقوامها . ويلاحظ من الشكل أن قيم رطوبة التربة عند نقطة الذبول الدائم تزداد بازدياد نعومة التربة ، وأن قيم الرطوبة عند السعة الحقلية تزداد كذلك بازدياد نعومة التربة حتى يصل قوام التربة إلى طمي غريني (متوسط القوام) ولا تحدث بعد ذلك زيادة مهما ازدادت نعومة التربة . ويجب التنبيه إلى أن الشكل (٥) هو مجرد شكل تمثيلي ولربما تكون قيم الرطوبة لتربة ما مختلفة عن ما هو في الشكل .



يدخل الماء إلى التربة إما عن طريق تسرب ماء المطر أو ماء الري ، ويخرج منها عن طريق الصرف ، والتبخر من سطح التربة والنتج من خلال تغور النبات ، ويعد الماء في التربة في حركة مستمرة تبعاً لفروق القوى الواقعة عليه في مناطق التربة المختلفة . وتتم هذه الحركة في جميع الاتجاهات من أعلى إلى أسفل وإلى الجوانب (حركة أفقية) ومن أسفل إلى أعلى تبعاً لتأثير القوى المحركة له .

وتتبع أهمية دراسة حركة ماء التربة من أن جميع العلاقات المتبادلة بين التربة والماء والنبات تعتمد عليها . ويمكن لماء التربة الاحتواء على طاقة ، مثل تلك الموجودة في الأجسام الأخرى في الطبيعة . وتأخذ طاقة الماء في التربة شكلين هما :-

#### ● طاقة حركية

يعد هذا الشكل من الطاقة غير ذي أهمية من الناحية الزراعية لأن حركة الماء في التربة بطيئة جداً ، وعليه يمكن إهمال هذا الشكل من الطاقة .

#### ● طاقة كامنة

ينتج هذا الشكل من الطاقة عن الحالة التي يكون فيها الماء بين ذرات التربة (حركة الماء الداخلية) وحولها . ويعبر هذا الشكل من الطاقة على مدى تماسك ذرات الماء بالتربة . وبما أن النبات يحتاج إلى امتصاص الماء من التربة فلا بد من توفر طاقة أكبر من طاقة تماسك ذرات

٣- الماء الهيجروسكوبي (Hygroscopic Water) : وهو عبارة عن الطبقات الداخلية من الأغشية المائية المحيطة بجزيئات التربة وقد يصل سمك هذه الأغشية إلى حوالي ١٥ - ٢٠ جزيئاً مائياً ممسوكة بقوة كبيرة تزيد عن ٣٠ باراً الأمر الذي يصعب على جذور النبات امتصاصه ، ولهذا فهو غير ميسر .

#### ● العلاقة بالنبات

يمكن تصنيف ماء التربة من الوجهة الحيوية الزراعية حسب مدى استفادة النبات من هذا الماء إلى أربعة أصناف وذلك كما يلي :

#### ١- السعة الحقلية (Field Capacity - FC) :

وهي عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة بعد صرف ماء الجذب (الماء الحر) ، ويمكن أن تقاس السعة الحقلية معملياً عند ٠,٣٣ - ٠,١ بار (ضغط جوي) تبعاً لقوام التربة ، وتعد السعة الحقلية هي الحد الأقصى من الماء الذي تحتفظ به التربة ، ليستفيد منها النبات .

#### ٢- نقطة الذبول الدائم

(Permanent Wilting Point - PWP) : وهي عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة التي عندها لا تستطيع التربة تزويد النبات بالماء للمحافظة على امتلاء خلاياه مما يعرضه إلى حالة الذبول الدائم ، والتي لا يمكن أن يسترد النبات بعدها امتلاءه حتى وإن وضع في جو مشبع ببخار الماء . وتعد نقطة الذبول الدائم الحد الأدنى من الرطوبة التي يمكن للنبات الاستفادة منه . وهي تقاس معملياً عند ضغط ١٥ بار (ضغط جوي) .

٣- الماء الميسر (Available Water) : وهو الفرق بين المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي عند نقطة الذبول الدائم . وهو عبارة عن مخزون التربة من الماء الذي يمكن أن يستخدمه النبات بكل يسر وسهولة . وعلى الرغم من أن جميع هذا الماء ميسراً للنبات إلا أن النباتات تحتاج إلى بذل طاقة أكبر للاستفادة منه كلما انخفضت كميته ، وعليه فإن هناك قاعدة عامة تقضى بضرورة ري التربة عند استنفاد حوالي ٥٠٪ من الماء الميسر .

٤- الماء غير الميسر (Unavailable Water) : ويقصد به الماء الموجود في التربة والذي يعجز النبات عن امتصاصه ويشمل الماء الهيجروسكوبي وجزء من الماء الشعري .



اقتصادياً في الوقت الحاضر ، إضافة إلى أن الكثير منها يفقد قدرته على الاحتفاظ بالماء مع استخدام المياه عالية الملوحة .

### ● التغطية

تلعب تغطية (Mulching) سطح التربة بمواد مثل بقايا المحاصيل من الموسم السابق ، الرمل ، الحصى ، الأغشية البلاستيكية سوداء أو بيضاء أو شفافة دوراً هاماً في تدفئة أو تبريد التربة حسب الموسم وكذلك تقليل البخر من سطح التربة مما يزيد من رطوبته ، وللتغطية دور رئيسي في حماية سطح التربة من التأثير التدميري لقطرات المطر على حبيبات التربة المركبة ، وبالتالي المحافظة على تجمعات بنائية جيدة بسطح التربة مما يزيد من كمية الماء الداخلة إليها . علاوة على ذلك فإن التغطية ببقايا المحاصيل تحد من الانجراف المائي للتربة وتقلل من التعرية .

### ● الحرث

يعرف الحرث على أنه المعاملة الميكانيكية للتربة بهدف تحسين خواصها المؤثرة على إنتاجية النباتات . ومن ضمن الأهداف الرئيسية للحرث تحسين بناء التربة وتقليل كثافتها الظاهرية والذي بدوره يحسن من النظام المائي والهوائي للتربة . ويعمل الحرث على أعماق مختلفة على إيجاد حالة فيزيائية أفضل ، لأن الحرث المتكرر على أعماق ثابتة يؤدي إلى نشوء طبقة تحتية ذات بناء رديء تحد من حركة الماء والهواء والجذور إلى الأعماق . وتتأكد أهمية الحرث في الترب ثقيلة القوام والترب الجيرية ذات الطبقات المتصلبة القريبة من سطح التربة . ويؤدي زيادة الحرث عن الحد اللازم ، علاوة على الجهد المبذول فيه إلى تعريض التربة للتعرية سواء بالماء أو الرياح ، وعلى كل فإن هناك اتجاهات حديثة للحرث تعرف بالحرثة المخفضة (Reduced Tillage) أو الحرثة المصدودة (Minimum Tillage) ، ويقصد بذلك أقل معالجة للتربة تؤدي إلى زراعة ونبات ونمو وإنتاج مرضي للنباتات ، أي أنه يمكن دمج أكثر من عملية زراعية في عملية واحدة والحد من عدد مرات الحرث في الموسم الزراعي الواحد إلى حد تحضير مرقد البذرة فقط ، وتعد هذه الحالة القصوى من اختصار الحرث ويطلق عليها بدون حرث (No Tillage) .

حركة الماء والهواء داخل التربة . وعلى العكس من ذلك يعمل أيون الصوديوم على تدهور الصفات الفيزيائية للتربة عن طريق تشتتها (Dispersion) لحبيبات صغيرة لها بناء رديء يعيق حركة الماء والهواء فضلاً عن زيادة كثافتها الظاهرية . ويهدف الاستصلاح بالكالسيوم إلى إحلال محل الصوديوم الموجود على أسطح حبيبات الطين وهو ما يعرف بالتبادل الأيوني بين الصوديوم والكالسيوم .

يمكن لأيون الكالسيوم (ثنائي التكافؤ) أن يحل محل أيونين من الصوديوم ، ويتم التبادل الأيوني بين الكالسيوم والصوديوم عن طريق إضافة الجبس ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) الزراعي أو إضافة مواد حمضية - مثل حامض الكبريت أو كبريتات الحديد - تعمل على تزويد التربة بالكالسيوم ليسهل تبادله مع الصوديوم .

### ● محسنات التربة الصناعية

محسنات التربة الصناعية (Synthetic Conditioners) هي مركبات عضوية تحاكي في تأثيرها الإيجابي للمركبات الطبيعية الناتجة من تحلل المادة العضوية في التربة . تتميز المحسنات الصناعية بقدرتها على مقاومة التحلل الميكروبي بدرجة أكبر من المواد العضوية الطبيعية ، وبالتالي هناك ضمان لبقائها في التربة لمدة أطول . وتقوم المحسنات الصناعية على اختلاف أنواعها بربط الحبيبات بعضها ببعض لتكوين حبيبات مركبة . وهي عبارة عن بوليمرات ذات سلاسل طويلة ذات شحنة سالبة أو موجبة أو غير مشحونة ، وهي إما ذائبة أو في صورة مستحلبات أو في صورة حبيبات ذات أحجام مختلفة . وقد أظهرت العديد من الدراسات أن المحسنات تعمل على زيادة قدرة التربة الرملية على الاحتفاظ بالماء ، وتخفيض من معدل التسرب المائي ، وتقلل من البخر ، وتزيد من تحبب التربة . وتعمل المحسنات بطبيعتها على تمدد وانتفاخ التربة مما يؤدي إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة . ويعد المعدل المناسب إضافته من هذه المحسنات على درجة كبيرة من الأهمية ، حيث أنه كلما زاد معدل الإضافة زادت درجة تأثر بعض الصفات الفيزيائية إلى درجة معينة قد يحدث بعدها تأثير عكسي . وهنا يجب الإشارة إلى أن أسعار هذه المحسنات عالية جداً ، لذلك فإن استخدامها في الحقول المفتوحة قد لا يكون مجدياً

مما يجدر ذكره أن مجموع الجهود لحركة ماء التربة يطلق عليها أيضاً الجهد الهيدروليكي (Hydraulic Potential) ، وأن حركة الماء وسرعتها من نقطة إلى أخرى تعتمد على فرق الجهد الهيدروليكي بين النقطة والأخرى والمسافة بينهما ، ويتم ذلك باتجاه الجهد المنخفض وتزداد السرعة كلما قلت المسافة بين النقطتين .



يمكن تحسين الخواص الفيزيائية للتربة لضمان إنتاجية عالية لها من خلال المحافظة على بناء ذو مسامية مناسبة وتحبيب وتهوية وصرف جيد في نفس الوقت ، ويتطلب ذلك بعض الأساليب الزراعية التي تعمل على تحسين البناء ومنع تدهوره مثل :-

### ● التسميد العضوي

يعمل التسميد العضوي بكميات تتناسب مع معدل تحلل المادة العضوية على ثبات الحبيبات المركبة وبالتالي في الترب الجافة مثل المملكة لقلة المادة العضوية . ويتم التسميد العضوي من خلال إضافة مخلفات حيوانات المزرعة وبقايا المحاصيل ، وخلطها مع التربة السطحية ، وكذلك بقلب المحاصيل وخاصة البقولية منها مع التربة . وتعد هذه الطريقة وسيلة تقليدية لتحسين بناء الترب الرملية الصحراوية ولما ينجم عنها من تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية ، وهي كذلك الطريقة التقليدية لتحسين الترب الجيرية الصحراوية بقصد التخلص من القشرة السطحية المتصلبة والتي تؤدي إلى الحد من دخول الماء والهواء إلى قطاع التربة .

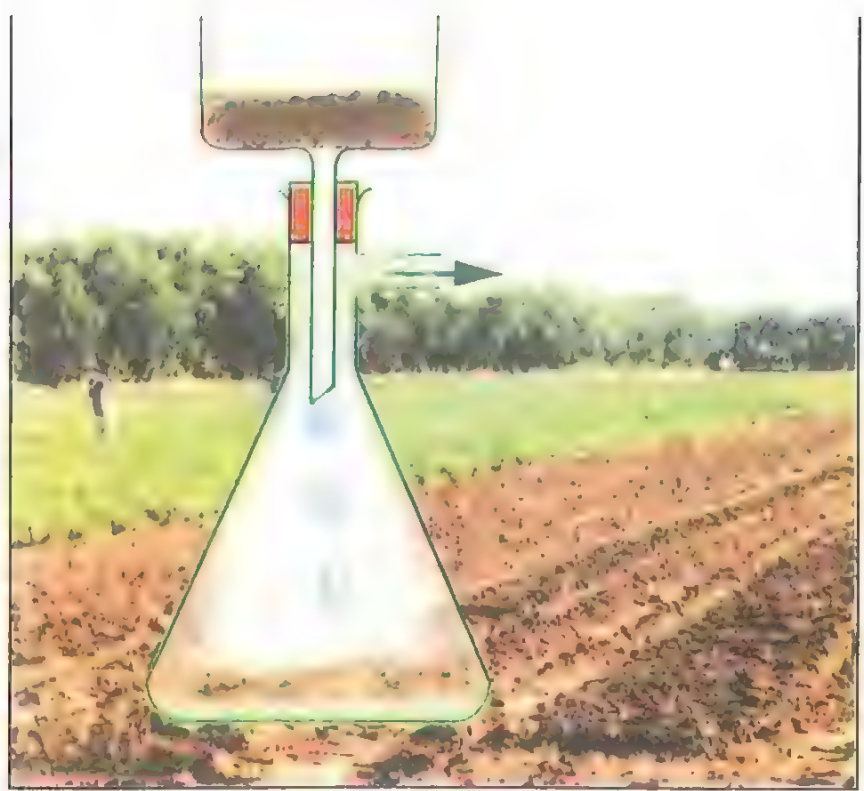
### ● الدورات الزراعية

تعمل الدورات التي تدخل في عناصرها المحاصيل البقولية وتدية الجذور وكذلك المحاصيل ذات الجذور مختلفة الأعماق على تفكيك التربة المندمجة وبالتالي خفض كثافتها الظاهرية مما يحسن من حركة الماء والهواء في قطاع التربة .

### ● الاستصلاح بالكالسيوم

يعمل أيون الكالسيوم - بسبب قدرته على تجميع حبيبات التربة وتكوين حبيبات مركبة - على تكوين بناء جيد للتربة مما يتيح توزيع جيد لمسامات التربة ، وبالتالي تسهل





الغذائية للتربة سواء الكبرى أم الصغرى ، وأن الجزء الأعظم من هذه العناصر يوجد في المادة الصلبة ( المادة المعدنية والعضوية ) كـمخزون (Pool) غذاء للنبات على شكل عناصر مثبتة (Fixed) أو في طريقها إلى التحلل . واعتماداً على نوع التربة والعوامل البيئية المحيطة بها فهناك علاقة بين العناصر الموجودة في المادة الصلبة ومحلول التربة بحيث يتسنى للنبات امتصاص ما يحتاجه من عناصر غذائية بشكل مستمر ، وهذا يعني أن هناك إذابة مستمرة للعناصر الغذائية لتعويض ما تم امتصاصه بواسطة النبات .

تنحصر معادن التربة في نوعين هما المعادن الأولية والمعادن الثانوية وذلك كما يلي :-

### ● المعادن الأولية

المعادن الأولية (Primary Minerals) هي معادن نتجت عن التحطم الفيزيائي لصخور الأصل (الصخور النارية والمتحولة والرسوبية) ، وهي موجودة بصورة رئيسة في الأجزاء الرملية والغرينية من التربة . ومن أكثر المعادن الأولية انتشاراً في التربة الكواتز (Quartz) والفلسبار (Feldspars) .

تعمل التجوية الكيميائية للمعادن الأولية على تحويلها إلى معادن ثانوية وانطلاق كثير من أيونات العناصر الغذائية إلى محلول التربة ، ومن أمثلة تلك الأيونات الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) والمغنيسيوم ( $Mg^{2+}$ ) والبوتاسيوم ( $K^{2+}$ ) والحديد ( $Fe^{2+}$ ) والمنجنيز ( $Mn^{2+}$ ) وكذلك كل من النحاس ( $Cu^{2+}$ ) و الزنك ( $Zn^{2+}$ ) اللذان يوجدان بتركيزات قليلة جداً .

### ● المعادن الثانوية

المعادن الثانوية (Secondary Minerals) في التربة هي معادن تكونت نتيجة تجوية المعادن الأولية : ومقارنة بالمعادن الأولية تشكل المعادن الثانوية أساس التفاعلات الكيميائية السائدة في التربة ، ومن أكثر المعادن الثانوية انتشاراً في الأراضي الزراعية ما يلي :-

✳ معادن السليكات : ومن أهمها معادن الطين التي هي عبارة عن معادن بلورية ثانوية تتكون من سليكات هيدراتية للألومنيوم والحديد والمغنيسيوم مرتبة على

## الخواص الكيميائية للأراضي الزراعية

د. محمد سليمان عبد الله السويلم

ينبع مفهوم كيمياء الأراضي الزراعية (التربة) من دراسات الخواص الكيميائية لمكوناتها المعدنية والعضوية ، وتأثير تلك المكونات على خواصها ، ومن ثم تأثيرها على نمو النبات مباشرة من خلال تأثيرها على محلول التربة (ماء التربة) ، ومدى توفر العناصر الغذائية الضرورية للنبات ، كذلك قد يكون للخواص الكيميائية للأراضي الزراعية تأثير غير مباشر على نمو النبات من خلال التأثير على الخواص الفيزيائية (التهوية ، نفاذية الماء ، ... إلخ) ، والتي بدورها تؤثر على نمو النبات في التربة .

يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة هي : النيتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، والكبريت ، وسبعة عناصر صغرى - يحتاج إليها النبات بكميات صغيرة لكي يستطيع أن يعيش وينمو بشكل طبيعي - هي الحديد ، النحاس ، الزنك ، المنجنيز ، الكلور ، الموليبدونم ، والبورون .

إضافة إلى ذلك فقد يمتص النبات عناصر أخرى موجودة في محلول التربة ولكن معظمها لم تثبت أهميته حتى الآن ، ومع ذلك فإن بعضاً من هذه العناصر يعد ضرورياً في تغذية الإنسان والحيوان إذا استثنينا العناصر الثقيلة مثل الرصاص والتي تضر بالصحة .

مما يجدر ذكره أن محلول التربة يحتوي على تركيزات منخفضة من العناصر

أدى استغلال الأراضي الزراعية عبر السنين (بعض الأحيان) ، أو بسبب الظروف المناخية إلى بروز كثير من المشاكل، مما يؤكد على الدور الذي يمكن أن تلعبه كيمياء التربة (مع علوم التربة الأخرى) في علاج بعض تلك المشاكل في الترب الزراعية .

### معادن التربة

تمثل التربة وسط النمو للنباتات لأنها تمدّها بالماء والعناصر الغذائية الضرورية وتعمل على تثبيتها في الأرض (تثبيت أو مسك النبات في التربة) . وبوجه عام تم اكتشاف ستة عشر عنصراً أساسياً لنمو النبات تأتي ثلاثة منها (الأكسجين ، الكربون ، الهيدروجين) من الماء والهواء . أما الثلاثة عشر عنصر الباقية فمصدرها التربة ، وتقسم إلى ستة عناصر كبرى



محلول التربة أو العكس . وتعد هذه العملية مهمة جداً لأنها تحدد مقدرة التربة على إطلاق بعض العناصر الغذائية اللازمة للنبات عندما يقل تركيزها في محلول التربة ، وبوجه عام يعد تبادل الكاتيونات (تحميل شحنة موجبة) هو المهم في الأراضي الزراعية ، وذلك لأن معادن الطين والمادة العضوية تنتهي أطراف أسطحها بشحنات سالبة تعمل على اجتذاب الكاتيونات إليها ، ولكنها في المقابل يمكن أن تطلقها إلى محلول التربة عن طريق التبادل الأيوني . وعليه كلما زادت كمية الشحنات السالبة على أسطح التربة كلما زاد التبادل الأيوني وبالتالي أصبحت التربة أكثر خصوبة ، وبذلك يمكن اعتبار الأراضي الرملية أراضي قليلة الخصوبة لاحتوائها على عدد قليل من الشحنات السالبة ، لذلك ينصح دائماً بإضافة الطين والمادة العضوية للأراضي الرملية لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة الرملية ، ويعد وجود الشحنات السالبة على حبيبات التربة الطينية وكذلك على المادة العضوية المتحللة (الدبال) مهم للغاية لأنها تعمل على مسك الكاتيونات على أسطحها مما يقلل (يمنع) الفقد للعناصر الغذائية وفي نفس الوقت تكون تلك العناصر ميسرة للنبات .

مما يجدر ذكره أن التبادل الكاتيوني يعتمد على كمية الكاتيونات في جسم التربة ونظراً لوجود الكالسيوم بكميات كبيرة في التربة لذلك يعد الأكثر تبادلاً يليه المغنيسيوم ثم الصوديوم والبوتاسيوم .

## محلول التربة

يطلق محلول التربة على الماء الموجود بين حبيبات التربة (المسامات) وما يحتويه من أملاح ومواد ذائبة فيه . ويمتص النبات معظم العناصر الغذائية الضرورية له من محلول التربة ، لذلك فإنه يمثل الوسط الذي يربط بين الجزء الصلب من التربة وجذور النبات مما يدل على أهمية دراسة خواصه الكيميائية . ويختلف التركيز الكلي للأيونات في محلول التربة بدرجة كبيرة ، حيث يكون منخفضاً نسبياً في التربة غير الملحية (لايتعدى عادة ٠.١ مول/لتر) ، أما في الأراضي الملحية فإن تركيز الأملاح في

متاحة للنبات - بسبب أنها مترسبة - ولكن يمكن أن تتحول بالتدريج إلى صورة متاحة في وجود وسط حامضي .

\* معادن الكبريتات : ومن أهمها الجبس  $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$  الذي - إضافة إلى أنه يزود النبات بعنصري الكالسيوم والكبريت - يعمل على استصلاح الأراضي القلوية عن طريق التبادل الأيوني بين الكالسيوم والصوديوم حيث يحل الكالسيوم محل الصوديوم على أسطح تبادل معادن الطين ، ويبقى الصوديوم في محلول ماء التربة لتتحرر منه معادن الطين ولتكتسب صفات فيزيائية جيدة .

\* الأكاسيد : ومن أهمها أكاسيد الحديد والألمنيوم ، وهي سائدة بصفة أساس في الأراضي الاستوائية حيث تساعد الأمطار الغزيرة التي تهطل طيلة العام على تجوية معادن الطين حتى لايتبقى منها إلا أكاسيد الحديد والألمنيوم ، وتصنف الأراضي التي تحتوي على نسبة كبيرة من الأكاسيد بأراضي الأكسيسول (Oxisol) . وهي أراضي حمضية ، بشكل وجود كمية كبيرة من الألمونيوم في محلولها المائي عائقاً يحول دون صلاحيتها الزراعية . ويمكن استصلاح مثل هذا النوع من الأراضي بإضافة الجير الذي يعمل على رفع قيمة الرقم الهيدروجيني وتخفيض كمية الألمونيوم في المحلول المائي .

## التبادل الأيوني

يقصد بالتبادل الأيوني بشكل مبسط عملية تبادل الأيونات الموجودة على أسطح حبيبات التربة القروية (حبيبات الطين والمادة العضوية) مع الأيونات الذائبة في

شكل صفائح طبقية مما يجعلها تمتلك مساحة كبيرة جداً فضلاً عن أنها تحمل شحنة سالبة دائمة (Permanent Negative Charge) إضافة إلى أنها في بعض الأحيان تملك شحنة سالبة تعتمد على الرقم الهيدروجيني (PH Dependant Charge) وعليه - بسبب هذه الشحنة - تعد معادن الطين المركز الأساس للنشاط الكيميائي في الأرض الزراعية مثل التبادل الأيوني (Ion Exchange) والتثبيت الأيوني (Ion Fixation) عن طريق الامتصاص أو الترسيب وغيرها ، وعليه فإن التربة الطينية يمكنها الإمساك بالكاتيونات الغذائية بسبب كبر سعتها التبادلية (Cation Exchange Capacity) خلافاً للتربة الرملية (يندر فيها وجود الطين) التي تقترب سعتها التبادلية من الصفر .. وبسبب ذلك فإن النبات عندما يمتص العناصر الغذائية من محلول التربة الرملية فإن حبيبات الرمل لا تستطيع تعويض محلول التربة بالعناصر الغذائية بسبب عدم وجود مخزون من هذه العناصر في حبيبات الرمل . وعلى العكس من ذلك تشكل معادن الطين مخزن للعناصر الغذائية يمكن امتصاصها بشكل مستمر من خلال عملية التبادل الأيوني وغيرها من العمليات الكيميائية والفيزيائية والحيوية الأخرى . تقسم معادن الطين إلى عدة أنواع من أهمها - بشكل عام - المعادن التي تتمدد (تنتفخ) عند وجود الماء ، أو معادن لا تتمدد في وجود الماء . ويوضح جدول (١) مقارنة بين نوعين من معادن الطين .

\* معادن الكربونات : ومن أهمها معادن الكالسيات  $(CaCO_3)$  والدولومايت  $(MgCO_3)$  ، وهي تحتوي على معادن غير

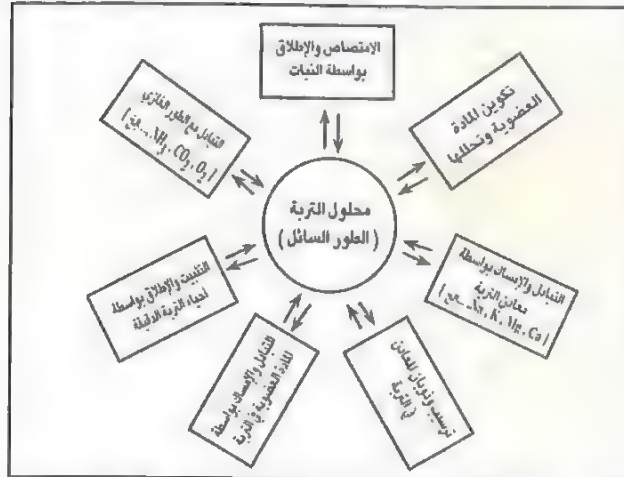
المعدن الطيني	الرمز الكيميائي	مساحة السطح م <sup>2</sup> /كجم (١٠٠٠×)	(CEC) % مليمول/كجم
١- متمدد مونت موريلونايت (Montmorillonite)	$Si_8 (AlMgFe)_4O_{20} (OH)_4 \cdot nH_2O$	٨٠٠ - ٦٠٠	٨٠ - ١٢٠
٢- غير متمدد كاؤولينيت (Kaolinite)	$Si_4 Al_4 O_{10} (OH)_8$	٢٠ - ١٠	٣ - ٦

\* السعة التبادلية الكاتيونية .

● جدول (١) مقارنة بين معدن الطين المتمدد وغير المتمدد .



على الرقم الهيدروجيني في محلول التربة .  
يؤثر الرقم الهيدروجيني على نمو  
النباتات من النواحي التالية :  
١- توفر العناصر الغذائية اللازمة للنمو  
الطبيعي .



● شكل (١) التفاعلات الكيميائية بين أطوار التربة .

مدى تيسر العناصر الغذائية في التربة  
بجانب أنه يؤثر على النشاط الحيوي  
للكائنات الدقيقة للتربة . وتقسّم الترب  
حسب الرقم الهيدروجيني إلى ثلاثة أنواع :  
١- ترب حامضية : يتراوح الرقم  
الهيدروجيني لها من ٤ إلى ٦,٥ .

٢- ترب متعادلة :  
يتراوح الرقم  
الهيدروجيني لها من  
٦,٦ إلى ٧,٤ .

٣- ترب قاعدية :  
يتراوح الرقم  
الهيدروجيني لها من  
٧,٤ إلى ١٠ .

ويوضح شكل  
(٢) العوامل  
الفيزيائية ،  
الكيميائية ،  
والحيوية التي تؤثر

محلول التربة يكون عالياً ويتراوح من ١ -  
٥ مول / لتر ، وقد يصل إلى أكثر من ذلك .  
ويؤثر تركيز الأملاح على عملية التبادل  
الأيوني في التربة ، فكلما انخفض التركيز في  
التربة (قل تركيز الأملاح فيه ) زادت مقدرة  
حبيبات التربة الغروية على مسك الكاتيونات  
الثابتة الشحنة (مثل الكالسيوم  $Ca^{2+}$ ) ،  
وبالمقابل قلت قدرتها على مسك الكاتيونات  
أحادية الشحنة (مثل الصوديوم  $Na^{+}$ ) . من  
جانب آخر فإنه كلما زاد تركيز محلول  
التربة زادت مقدرة التربة على مسك  
الكاتيونات الأحادية . وتعد هذه الخاصية  
مهمة من الناحية العملية لأنها تؤثر على  
خواص التربة الكيميائية والفيزيائية  
وخاصة عند استصلاح الأراضي الملحية  
والقلوية باستخدام مياه مختلفة النوعية .

يتعرض نظام التربة الديناميكي  
(المتغير) والمكون من المواد الصلبة والماء  
والهواء لكثير من التغيرات في المدى القصير  
والبعيد لذلك فإنه يوجد حالة من شبه  
الاتزان بين مكونات التربة المختلفة يحكمها  
العديد من التفاعلات بين أطوار التربة سواء  
كانت صلبة أو سائلة أو غازية ، شكل (١) .

يحتوي محلول التربة على عدة أيونات  
يعتمد تركيزها بشكل أساس على الصفات  
الكيميائية للمادة الصلبة وكذلك على  
الظروف البيئية السائدة . ويوضح الجدول  
(٢) بعض الأيونات السائدة في التربة  
وظروف تواجدتها .

### الرقم الهيدروجيني في التربة

الرقم الهيدروجيني (pH) للتربة هو  
اللوغاريتم السالب لتركيز أيون  
الهيدروجين النشط في محلول التربة  
( $pH = -\log [H^+]$ ) وهو يقاس بجهاز  
(pH Meter) الذي يوضح مدى قاعدية  
(قلوية) أو حامضية محلول التربة . ويتراوح  
الرقم الهيدروجيني للتربة من ٤ (أراضي  
حامضية) إلى ١٠ (أراضي شديدة  
القلوية) وذلك حسب العوامل الفيزيائية  
والكيميائية والإحيائية المؤثرة على التربة ،  
وبوجه عام يتراوح الرقم الهيدروجيني من  
٥-٧ في المناطق الرطبة ومن ٧-٩ في  
المناطق الجافة .

يعد الرقم الهيدروجيني من أهم  
الصفات الكيميائية للتربة لأنه يؤثر على

الأيونات		الكاتيونات	
ملاحظات	النوع	ملاحظات	النوع
موجودة بتركيز أقل من الكاتيونات الرئيسية ماعدا في الترب الرملية والترب شديدة الملوحة .	١- الرئيسية	توجد متبادلة بشكل أساس وتتأثر بعمليات الخدمة والتسميد .	١- الرئيسية الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) المغنيسيوم ( $Mg^{2+}$ ) الصوديوم ( $Na^{+}$ ) البوتاسيوم ( $K^{+}$ ) الأمونيوم ( $NH_4^{+}$ ) الالومنيوم ( $Al^{3+}$ ) الهيدروجين ( $H^{+}$ )
مغذيات هامة للنبات . تتراكم بكثرة في الأراضي الملحية .	النترات ( $NO_3^-$ ) الكبريتات ( $SO_4^{2-}$ ) الكلويد ( $Cl^-$ ) البيكربونات ( $HCO_3^-$ )	موجودة في الأراضي الحامضية فقط .	٢- قليلة الذوبان
لا توجد بكميات كبيرة إلا عند رقم هيدروجيني < ٩ .	الكربونات ( $CO_3^{2-}$ )	الذوبان يقل بوجه عام بزيادة الرقم الهيدروجيني للتربة .	الحديد ( $Fe^{2+}$ ) المنجنيز ( $Mn^{2+}$ )
تمسك بقوة بزيادة الرقم الهيدروجيني .	٢- قليلة الذوبان	يزيد الذوبان في الأراضي الفدقة (سيئة التهوية) .	النحاس ( $Cu^{2+}$ ) الزئبق ( $Zn^{2+}$ )
أكثر ذوبانية عند رقم هيدروجيني = ٧ أو حامض قليلاً .	الفوسفات ( $H_2PO_4^-$ ) ( $HPO_4^{2-}$ )	أكثر ذوبانية من الحديد والمنجنيز ويرتبطان بشدة مع المادة العضوية	
أكثر المجموعات ذوبانية . يزيد الذوبان بارتفاع الرقم الهيدروجيني .	البورات ( $H_3BO_4$ ) ( $H_2BO_3$ ) موليبديات ( $MoO_4^{2-}$ )		

● جدول (٢) الأيونات السائدة في التربة .



الكالسيوم وذلك عن طريق استهلاك أيونات الهيدروجين مما يدفع بالتفاعل إلى اليمين ، وتعرف الأراضي الجيرية بأنها الأراضي التي تتراوح فيها نسبة كربونات الكالسيوم في التربة من ١ - ٢٠ ٪ وقد تصل النسبة إلى أكثر من ٥٠ ٪ في بعض الأراضي .

تتحكم كربونات الكالسيوم في قيمة الرقم الهيدروجيني للتربة بدرجة كبيرة وكذلك في تركيز الكالسيوم في محلول التربة ، ويصل الرقم الهيدروجيني للتربة الجيرية عند قياسه في المعمل إلى ٨.٣ عندما تكون كمية الصوديوم المتبادل في التربة قليلة ، ولكن قد يصل في الحقل إلى أقل من ذلك بسبب زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في التربة الزراعية مقارنة بالهواء الجوي (بسبب تنفس الكائنات الحية الدقيقة وجذور النباتات في التربة) ، تعد كربونات الكالسيوم - بحد ذاتها - غير سامة للنباتات ولكن إذا زاد تركيزها وتجمعت في شكل طبقة كثيفة في داخل التربة فإنها تؤدي إلى إعاقة حركة الماء في التربة مسببة مشاكل في ري تلك الترب . كما أنها إذا تجمعت بالقرب من سطح التربة أو على السطح مباشرة على شكل قشرة صلبة فإنها تكون عائق فيزيائي لنمو جذور النباتات وخاصة عند إنبات البذور .

يعد بناء التربة الجيرية غير جيد بسبب تعرضها للانجراف الشديد عند الري بينما تكون صلبة وجافة وصعبة الحرث عند جفافها . كما أنها لا تحتفظ بالماء بشكل جيد مما يوجب ريها على فترات متقاربة . كذلك يؤدي وجود الكربونات إلى زيادة فقد الأمونيا في الترب المسمدة بالأمسدة النيتروجينية حيث قد تتطاير بشكل غازي وتفقد في الهواء مما يعد خسارة للمزارع . ومن مشاكل الأراضي الجيرية أيضاً زيادة تثبيت الفوسفور المضاف حيث تقل ذوبانيته بشكل لايسمح للمحاصيل الاستفادة منه بشكل كاف وكذلك يقل ذوبان الحديد في التربة وتظهر أعراض الإصفرار على الأوراق الحديثة النمو .

### المادة العضوية

تشمل المادة العضوية في التربة جميع الأحياء أو بقاياها ، وتمر المواد العضوية بمراحل عديدة من التحلل حيث تقوم

الأوراق) . تختلف قيمة الرقم الهيدروجيني المفضلة في التربة باختلاف احتياجات للعناصر الغذائية ولكن بوجه عام تقع هذه القيمة ما بين ٦-٧,٥ وذلك لأن معظم العناصر الغذائية تكون بصورة ميسرة للنبات في هذا النطاق .

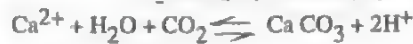
تنتشر الأراضي الحمضية في المناطق الرطبة (كثيرة الأمطار) ،

وفي مثل تلك المناطق يكون الرقم الهيدروجيني فيها منخفض (> ٥,٥) مما يؤدي إلى زيادة تركيز الألومنيوم والمنجنيز في محلول التربة لدرجة السمية . من جانب آخر تنتشر الأراضي القلوية (الرقم الهيدروجيني مرتفع) في المناطق الجافة وشبه الجافة . وفي هذه الترب تكون ذوبانية بعض العناصر الغذائية منخفضة جداً وخاصة الحديد ، المنجنيز ، الزنك ، والنحاس ، وعليه فإن النبات سوف يعاني من نقص هذه العناصر (خاصة الحديد) . إضافة لذلك فإن ارتفاع الرقم الهيدروجيني يتسبب في ترسب عنصر الفسفور (والذي يحتاج إليه النبات بكمية كبيرة) على صورة مركبات فوسفات الكالسيوم قليلة الذوبان مما يقلل من تيسره للامتصاص النباتي ، فضلاً عن ذلك فإن الرقم الهيدروجيني عندما يكون أعلا من (٩) فإنه يدل على وجود الصوديوم بتركيز عالي قد يصل إلى درجة السمية للنبات .

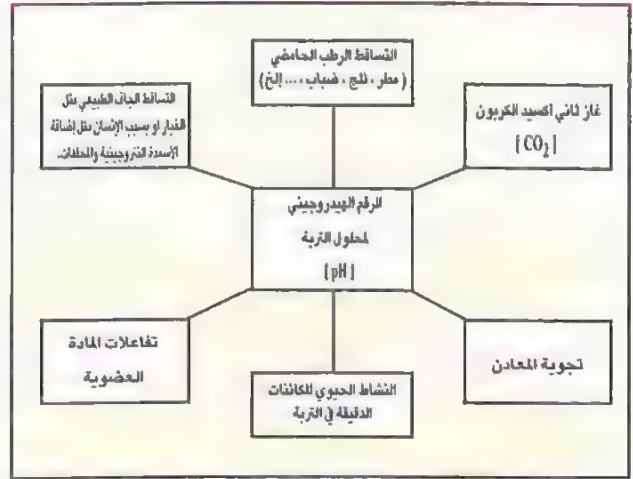
### التربة الجيرية

تغطي التربة الجيرية ربع مساحة الأرض ، وهي أراضي تتراكم فيها الكربونات وخاصة كربونات الكالسيوم (الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$ ) وبالذات إذا كانت التربة ذات أصل جيري .

يمكن توضيح تراكب الكالسيوم في التربة بالتفاعل البسيط التالي :



حيث تساعد ظروف القاعدية (ارتفاع الرقم الهيدروجيني) في ترسيب كربونات



● شكل (٢) العوامل الفيزيائية والكيميائية ، والحيوية التي تؤثر على الرقم الهيدروجيني في محلول التربة.

- ٢- انطلاق العناصر الغذائية من المعادن والصخور (عملية التجوية) .
- ٣- درجة ذوبان العناصر في التربة .
- ٤- كمية الأيونات الغذائية المخزنة في مواقع التبادل الأيوني في التربة .
- ٥- نمو وانتشار جذور النبات .

يمكن القول بأن الرقم الهيدروجيني يعد دليلاً جيداً لتوقع حالة العناصر الغذائية في التربة سواء من ناحية نقص العنصر أو توافره بشكل جيد أو زيادته في محلول التربة لدرجة السمية .

ويجب التوضيح بأن الرقم الهيدروجيني لا يعطي دليلاً على توفر عنصر ما في مادة التربة الأصلية (المادة الأم التي تتكون منها التربة) فإذا افترضنا أن التربة فقيرة أصلاً في عنصر غذائي ما (أي لا يوجد بكمية كافية) فإن الرقم الهيدروجيني لن يؤثر على توفر هذا العنصر في هذه التربة بل يجب إضافة ذلك العنصر إلى التربة عن طريق التسميد . أما إذا كان نقص العنصر مرتبطاً بالرقم الهيدروجيني فيجب في هذه الحالة تعديل الرقم الهيدروجيني للتربة حتى يكون في النطاق الذي يسمح بتوفر هذا العنصر (مثلاً تحسين الأراضي الحمضية بإضافة الجير) ، أو عن طريق إضافة كمية كافية من العنصر الغذائي وبالطريقة المناسبة للتغلب على مشكلة نقص هذا العنصر في التربة والتي كانت بسبب ارتفاع الرقم الهيدروجيني (مثلاً إضافة الأسمدة المحتوية على العناصر الغذائية الصغرى عن طريق الرش على



## تحسين الخواص الكيميائية

يتم تحسين الخواص الكيميائية عادة بفهم تلك الخواص والعوامل التي تؤثر عليها ، وكذلك الإمكانيات المادية المتوفرة . وتتأثر الخواص الكيميائية للتربة بعوامل كثيرة متداخلة سواء في التربة نفسها (مثل القوام ، كمية معادن الطين ونوعيتها ، نسبة كربونات الكالسيوم ... إلخ) أو العوامل الأخرى مثل الرطوبة ودرجة الحرارة .... إلخ ، وعند محاولة تحسين الخواص الكيميائية للتربة يجب الأخذ في الاعتبار الهدف من التحسين سواء لمعالجة مشكلة قائمة أو لمشكلة قد تحدث في المستقبل أو لمجرد التحسين فقط من أجل زيادة الإنتاج ، كذلك يجب معرفة تأثير تحسين الخواص الكيميائية على خواص التربة الأخرى مثل الخواص الفيزيائية والحيوية. مما سبق يتضح أن موضوع التحسين متشعب كتشعب التربة نفسها ، وليس من السهل إعطائه حقه في مقالة قصيرة ، ولكن بوجه عام توجد بعض الطرق التي يمكن استخدامها ومنها :

١- زيادة المادة العضوية للتربة مما يعمل (يساعد) على تحسين خواصها الكيميائية (مثل التبادل الأيوني ، الرقم الهيدروجيني توفر العناصر الغذائية ... إلخ) . ويمكن إضافة المادة العضوية إلى التربة على شكل سماد حيواني أو أسمدة عضوية مصنعة مثل الببتموس (Peatmoss) أو الحماة ، أو قد تزرع في التربة نفسها ، ثم تخلط معها مثل زراعة المحاصيل البقولية (التسميد الأخضر) .

٢- إضافة الطين إلى الأراضي الرملية للعمل على تحسين خواصها الكيميائية عن طريق زيادة خصوبتها نسبة لأن الترب الرملية رغم أنها تمتاز ببعض الخواص الفيزيائية المرغوبة إلا أنه يعاب عليها أنها فقيرة أو شبه معدومة الخصوبة .

٣- إضافة الكبريت وبعض الأسمدة ذات التأثير الحمضي للأراضي الجيرية وذلك لتحسين خواصها الكيميائية والفيزيائية .

٤- إضافة الجبس الزراعي وخلطه مع التربة الصودية لتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية .

٢- تيسير معظم العناصر الغذائية الضرورية للنبات عند تحليلها حيث يعد إمداد النبات بالعناصر الغذائية من أهم وظائف المادة العضوية في التربة .

٤- إنتاج أحماض ومواد أخرى تعمل على تحليل معادن التربة وانطلاق بعض العناصر الغذائية منها .

٥- تعمل المادة العضوية وبعض نواتج تحليلها كعوامل اختزال تساعد في ذوبانية بعض العناصر .

٦- الارتباط مع العناصر الصغرى عندما يزيد تركيزها بدرجة ضارة للنبات وبالتالي التقليل من سميتها خاصة في الأراضي الحامضية (منخفضة الرقم الهيدروجيني) .

٧- العمل على تكوين بناء جيد في التربة مما يقلل من تعرض التربة للانجراف بالماء والهواء .

٨- زيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة بدرجة كبيرة مما يحفظ العناصر من الفقد بالغسيل .

٩- الإقلال من انضغاط التربة عند مرور الآلات الزراعية الثقيلة المستخدمة في خدمة الأرض .

١٠- العمل على تدفئة التربة في الشتاء وذلك لأنها تكسب التربة اللون الغامق .

١١- العمل كمخزن للعناصر الغذائية من موسم إلى آخر .

١٢- زيادة النشاط الحيوي في التربة حيث تعمل بعض الكائنات الدقيقة على زيادة تيسر بعض العناصر الغذائية كما تشجع الميكروبات على تكسير المواد السامة التي تضاف في التربة .

١٣- تكوين معقدات غير ذائبة مع بعض العناصر الثقيلة في التربة (مثل الزئبق ، الكروم ، الكادميوم ، الرصاص ، والنيكل) والتي تكون ضارة بالنبات والبيئة ، حيث تعد هذه المعقدات مخزن للعناصر الثقيلة خاصة في الترب الغنية بالمادة العضوية .

١٤- تفاعل الهيموس أو الديال مع المركبات العضوية الصادرة من المبيدات وغيرها مما يؤدي إلى إعاقه حركتها (جذبها) أو زيادة ذوبانيتها أو إزالة سميتها مما يساهم في تقليل الآثار الضارة لتلك المركبات على البيئة .

الكائنات الحية الدقيقة في التربة بتحليلها (تكسيرها) إلى مواد بسيطة التركيب ومواد معقدة وأخرى أكثر تعقيداً وهكذا حتى يتكون في النهاية مركبات عضوية نشطة ومقاومة للتحلل ( تبقى لفترة زمنية أطول في التربة ) تميل إلى اللون الغامق . تسمى هذه المركبات في مجموعها بالديبال أو الهيموس (Humus) . ويمكن تقسيم الديبال في التربة إلى حامض الهيموميك وحامض الفولفليك ومادة الهيومين ، وهي جميعها مركبات ترتبط مع معادن الطين في التربة مكونة معقدات عضوية معدنية .

يختلف محتوى التربة بوجه عام من المادة العضوية حسب المناخ وطريقة الزراعة والخدمة حيث تحتوي الطبقة السطحية في معظم الترب الزراعية على مادة عضوية تتراوح نسبتها بين ٥ ، إلى ٥ ٪ ، وعلى الرغم من قلة هذه النسبة إلا أن المادة العضوية لها دور كبير ومهم في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية ومن ثم على خصوبة التربة . ويمكن إيضاح دور المادة العضوية في التربة في النقاط التالية :

١- تكوين مركبات أو معقدات مخلبية مستقرة وذائبة مع الحديد والنحاس والزنك مما يجعلها في صورة ميسرة للنبات وخاصة في الأراضي القلوية (مرتفعة الرقم الهيدروجيني) .

٢- تحسين بناء التربة عن طريق ربط حبيبات التربة مع بعضها البعض ، وبالتالي التأثير على حراثة التربة وتهويتها ونفاذية ومحتوى الماء فيها ، وعندما يزيد محتوى التربة من المادة العضوية فإن ذلك يسهل من عملية الحراثة ، بينما يؤدي فقدها في التربة الطينية إلى تكوين تربة قاسية تتجمع حبيباتها في شكل كتل كبيرة صعبة الكسر . وتعد المادة العضوية هامة لكل من الأراضي الطينية والرملية حيث تستفيد الترب الطينية الثقيلة من إضافة المادة العضوية التي تجعلها مفككة ومفتوحة وحبيبية البناء مما يحسن من تهويتها وحركة الماء فيها . أما الأراضي الرملية فإن إضافة المادة العضوية تزيد من كمية الماء المخزن فيها وبذلك يمكن للنبات الاستفادة منه بجانب استفادته من العناصر الغذائية الموجودة فيه .



# خصوبة الأراضي الزراعية



د. عبد الله سعد المديش

ترتبط خصوبة الأراضي ارتباطاً وثيقاً بتاريخ الزراعة التي مارسها الإنسان منذ حوالي خمسة آلاف سنة ، حيث إستقر حول الأنهار مثل نهر النيل ودجلة والفرات وأنهار الصين والهند . وقد لاحظ الإنسان خلال تجاربه منذ القدم أن بعض الترب تضعف إنتاجيتها مع الزراعة المتوالية ، وإن إضافة الرماد (Ash) والجبس (Gypsum) وزراعة النباتات البقولية تزيد من خصوبة التربة ، كما تبين أن

إنتاجية المحاصيل تزداد بعد فيضان الأنهار ، وذلك لما يرسبه الفيضان من طمي - غني بالعناصر الغذائية - على سطح التربة ، ومن الملاحظات الأخرى كذلك أن إضافة تربة طينية إلى تربة رملية قد حسن من إنتاجها ورفع خصوبتها . كل هذه الملاحظات وغيرها من المشاهدات والإستنتاجات كانت الأساس في بداية معرفة علم خصوبة الأراضي . ثم توالى التطور والتقدم العلمي مما أدى إلى فهم المواد وخواصها وأهمية بعض العناصر في تغذية المحاصيل المختلفة ومعرفة قوانين الإتران الكيميائي والتقدم التقني في مجال أجهزة التحليل الكيميائي .

الكيميائية واستخدامها بشكل مكثف إلى سد العجز وتعويض ما تستنزفه النباتات وتحقيق زيادة كبيرة من الإنتاج والمحافظة عليه ، كما أن إضافة الأسمدة العضوية المختلفة إلى التربة ساعد في تحسين خواصها الفيزيائية وإمدادها ببعض العناصر الغذائية مثل النيتروجين ، الفسفور ، البوتاسيوم ، الكبريت وبعض العناصر الصغرى مثل الزنك والحديد والنحاس .

ولتحديد مستوى خصوبة الأرض يجب القيام بتحليل التربة والنبات لتقدير مستوى العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات ، ويتم ذلك بطرق كيميائية وإحيائية مختلفة . ومما يجدر ذكره أن التحاليل قد تظهر أن تربة ما قد تكون خصبة بإحتوائها على كميات كافية من العناصر الغذائية ، ومع ذلك قد تكون غير منتجة بسبب إحتوائها

بالكميات والصور الملائمة لنمو النبات . وتختلف الأراضي الزراعية فيما بينها من حيث محتواها من العناصر الغذائية وجاهزيتها للنبات من حيث المعادن والصخور التي تكونت منها التربة . وعموماً تعد الأراضي الجافة أكثر خصوبة من الأراضي الرطبة وذلك يرجع أساساً لعملية غسيل (Leaching) العناصر الغذائية من سطح التربة في المناطق الرطبة مما يقلل من محتواها العنصري وبالتالي من خصوبتها .

أظهرت الدراسات والممارسات الحقلية أن زراعة الأرض كل سنة يؤدي إلى إستنزاف العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات ، وبذلك تصبح الأرض - مع مرور الزمن - متدنية الخصوبة ، فيتناقص محصولها إلى أن يصبح استثمارها غير اقتصادي ، لذلك أدى تصنيع الأسمدة

كل هذه وغيرها ساعدت بشكل فاعل في بدء تصنيع الأسمدة الكيميائية في نهاية القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين . فتم إنتاج أول سماد كيميائي هو السوبر فوسفات في بريطانيا عام ١٨٤٢ م ، وأنتج أول سماد نيتروجيني على شكل كبريتات الأمونيوم  $(NH_4)_2SO_4$  في ألمانيا ، ثم توالى تصنيع الأسمدة الكيميائية المختلفة وبذلك ازدهرت صناعته بإنشاء المصانع الضخمة التي تنتج ملايين الأطنان من الأسمدة المختلفة مما ساعد كثيراً في زيادة الإنتاج العالمي من الغذاء وتحول الصحاري القاحلة إلى مروج وجنات خضراء .

## خصوبة التربة

تعرف خصوبة التربة (Soil Fertility) بأنها قدرة التربة على إمداد العناصر الغذائية



تركيب وبناء النبات وأنها لا تحدث سمية (Toxicity) إلا في التركيزات العالية جداً . وتشمل تلك العناصر : الكربون (C) ، والأكسجين (O) ، والهيدروجين (H) ، والنيتروجين (N) ، والفوسفور (P) ، والبوتاسيوم (K) ، والكالسيوم (Ca) ، والمغنيسيوم (Mg) والكبريت (S) .

### ● عناصر غذائية صغرى

العناصر الغذائية الصغرى ( Micronutrients ) هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة ، ولا يعني تسميتها بالعناصر الصغرى أنها أقل أهمية من العناصر الكبرى ، ولكنها سميت بذلك بسبب إحتياج النبات لها بكميات أقل من العناصر الكبرى ، وتشمل تلك العناصر الحديد ( Fe ) ، والزنك ( Zn ) ، والنحاس ( Cu ) ، والمنجنيز ( Mn ) ، والبورون ( B ) ، والموليبدنوم ( Mo ) ، والكلور ( Cl ) .

تلعب العناصر الصغرى دوراً هاماً في تنشيط الأنظمة الإنزيمية وكعوامل مساعدة (Catalysts) في كثير من العمليات الحيوية في النبات .

لكي يكون عنصر ما ضروريا لنمو النبات فيجب أن تتوفر فيه الشروط التالية :-

- ١ - عجز النبات عن النمو الطبيعي وإكمال دورة حياته في حالة غياب هذا العنصر .
- ٢ - لا يحل محل هذا العنصر عنصر آخر .
- ٣ - يدخل العنصر في تركيب جزء حيوي له دور فعال في العمليات الحيوية في البناء .

ومن الطرق التقليدية المتبعة في معرفة أهمية العنصر لنمو النبات استعمال المزارع المائية ، عن طريق زراعة النبات في محلول مغذي يحتوي على جميع العناصر ماعدا العنصر المراد إختباره ثم مقارنة نمو النبات مع محلول يحتوي على جميع العناصر ، وقد قسمت العناصر الغذائية الستة عشر إلى قسمين رئيسيين تبعاً للكمية التي تستهلك من قبل النبات وذلك كما يلي :-

### ● عناصر غذائية كبرى

العناصر الغذائية الكبرى (Macronutrients) هي التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبياً ، وهي ذات وظيفة رئيسية تنحصر في أنها تدخل في

على بعض المعوقات ، مثل : التركيز العالي لعنصر البورون (B) ، أو الكلور (Cl) ، أو لعدم توفر المياه ، أو لإرتفاع ملوحة مياه الري مما يقلل إنتاجية تلك الأرض حتى لو كانت ذات محتوى جيد من العناصر الغذائية ، لذا ليس من الضروري أن تكون كل أرض خصبة منتجة .

### مصادر خصوبة التربة

بالإضافة إلى مادة الأصل التي تكونت منها التربة هناك بعض المصادر التي تكسب التربة خصوبة منها :-

- ١ - فيضان الأنهار وما يرسبه من الطمي الغني بالعناصر الغذائية .
- ٢ - السيول في مناطق الأودية التي تتشكل أثناء نزول الأمطار وبما تحمله من الغرين والطين والمادة العضوية وترسيبها على سطح التربة .

٣ - الرماد البركاني بما يقذفه أثناء ثورة البراكين لإحتوائهما على العديد من المعادن والعناصر الهامة لنمو النباتات .

٤ - المخلفات الحيوانية والنباتية - أسمدة عضوية - والعمليات الحيوية التي تجري في داخل التربة بواسطة ملايين الكائنات الدقيقة من عمليات هدم وبناء وتحليل للمخلفات العضوية .

٥ - تثبيت النيتروجين عن طريق البرق وتكوين أكاسيد نيتروجينية تذوب في مياه الأمطار لتسقط على النباتات والتربة .

٦ - الأسمدة الكيميائية بأنواعها وصورها المختلفة « سائلة - صلبة - معلقة » .

٧ - تلقيح التربة ببعض البكتيريا المفيدة مثل مثبتات النيتروجين الجوي والبكتيريا العقدية (Rhizobium) وغيرها .

### العناصر الضرورية للنبات

أثبتت الأبحاث العلمية أن هناك ستة عشر عنصراً غذائياً يحتاج إليها النبات ، وأنه



● نمو غير طبيعي (الصورة على اليمين) بسبب نقص النيتروجين .



بينهما ، وفضلاً عن ذلك فإن زيادة التسميد النيتروجيني يمكنه أن يجعل أنسجة النبات لينة وعرضة للإصابة بالأمراض .

٤ - تراكم بعض العناصر الثقيلة ( Heavy Metals ) بطريقة غير مباشرة نتيجة لإحتواء بعض الأسمدة الكيميائية على شوائب ( Impurities ) منها قد تتراكم في التربة مع زيادة استخدام الأسمدة الكيميائية ، وبسبب امتصاصها بواسطة النبات الذي يستهلكه الإنسان أو الحيوان فإنها تسبب أضراراً صحية نتيجة تراكم هذه العناصر في الكبد أو الكلى . ومن أمثلة ذلك احتواء الأسمدة البوتاسية على شوائب من البورون ، واحتواء الأسمدة الفوسفاتية على شوائب من الرصاص والكاديوم .

٥ - تلويث المياه الجوفية والسطحية حيث تؤدي الزيادة في استخدام الأسمدة وخصوصاً النيتروجينية إلى غسلها إلى الآبار والمياه الجوفية في صورة ملوثات أشهرها وأخطرها النترات .

٦ - تلويث الهواء بسبب تطاير بعض الأسمدة النيتروجينية على شكل أمونيا (NH<sub>3</sub>) أو أكاسيد نيتروجينية (NO<sub>x</sub>) .

### تشخيص حالة النبات الغذائية

يعد تحليل النبات والتربة لمعرفة ما يحتوي كل منهما من عناصر غذائية أداة هامة في تشخيص حالة النبات الغذائية .

العنصر	جزء من مليون	العنصر	(%)
موليبدينوم (Mo)	١	كبريت (S)	٠,١
نحاس (Cu)	٦,٠	فسفور (P)	٠,٢
زنك (Zn)	٢٠	مغنيسيوم (Mg)	٠,٢
بورون (B)	٢٠	كالسيوم (Ca)	٠,٥
منجنيز (Mn)	٥٠	بوتاسيوم (K)	١,٠
حديد (Fe)	١٠٠	نيتروجين (N)	١,٥
كلور (Cl)	١٠٠		

● جدول (١) التركيز الملائم لبعض العناصر الغذائية في المادة النباتية .

المناطق التي يقل بها المطر عن ٢٥ بوصة بسبب قلة الفقد بالغسيل ، في حين تعد كمية الأسمدة المضافة في المناطق المروية أو كثرة الأمطار العامل المحدد (Limiting Factor) في الإنتاجية بسبب تعرض الأسمدة للغسيل ، كذلك يعد العامل الإقتصادي ذو تأثير على زيادة أو نقص كمية الأسمدة حيث تزداد الكمية المستخدمة من السماد أو تقل بناءً على أسعارها وبالتالي على العائد الذي تحققة نتيجة إستعمالها .

وعموماً فإن الإسراف في التسميد يسبب عادة أضراراً بيئية واقتصادية منها :-

١ - تراكم الأملاح في التربة مع طول إستعمال الأسمدة الكيميائية بكميات كبيرة لأنها أملاح معدنية .

٢ - التأثير على الرقم الهيدروجيني ، فمثلاً يؤدي استخدام سماد كبريتات الأمونيوم بصفة عامة إلى انخفاض الرقم الهيدروجيني للتربة بسبب تأثيره الحمضي ، أما اليوريا فإن أثرها على الرقم الهيدروجيني يعد أقل بسبب انخفاض حموضتها مقارنة بكبريتات الأمونيوم ، بينما يعمل التسميد بالأمونيا إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني بسبب تفاعلها القلوي . وينطبق ذلك أيضاً على سماد نترات الصوديوم (Na NO<sub>3</sub>) ذو التأثير القلوي .

٣ - التأثير على النباتات والإتزان بين العناصر ، حيث يؤدي زيادة تركيز بعض العناصر - خصوصاً الصغرى منها مثل البورون والزنك والنحاس - إلى

حدوث سمية النباتات أو التأثير على عملية الإتزان بين العناصر الغذائية الأخرى ، كما يؤدي زيادة تركيز الكالسيوم (Ca) إلى التقليل من امتصاص المغنيسيوم (Mg) ، والبوتاسيوم (K) ، أما زيادة تركيز الفوسفور (P) فقد يحد من امتصاص الزنك (Zn) لوجود ظاهرة تضاد وتنافس

تظهر أعراض نقص العناصر الصغرى على النباتات أما نتيجة لعدم توفرها في التربة أو لتثبيتها وعدم جاهزيتها للنبات بالرغم من توفرها . ويقل محتوى العناصر الصغرى في التربة الرملية والجيرية (Calcareous) نتيجة لقلتها في التربة الرملية ولتثبيتها في التربة الجيرية ، وبالتالي وجودها في صورة غير ميسرة للبناء ، ومن جانب آخر يؤدي وجود العناصر الصغرى بكميات وتركيزات عالية في التربة إلى تسمم النبات .

### العناصر الغذائية والنبات

تختلف الإحتياجات السمادية للنبات من محصول لآخر ، فإذا كانت هناك استجابة لإضافة عنصر غذائي معين فإن استخدام سماد هذا العنصر - عادة - يحقق عائداً للمزارع ، فمثلاً لا يحتاج البرسيم الذي لقحت تربته بالبكتيريا (Rhizobia) إلا إلى كمية قليلة من النيتروجين (حوالي ٢٠ كجم نيتروجين/هكتار) ولكن في المقابل يحتاج إلى كميات كبيرة من البوتاسيوم والفوسفور ، كذلك تختلف الإستجابة للأسمدة حسب السلالة للمحصول الواحد ، ومن أمثلة ذلك تحتاج سلالات القمح والأرز الجديدة التي كانت من نتاج الثروة الخضراء المعروفة إلى معدلات سمادية أكبر من السلالات المحلية . من ناحية أخرى تختلف الترب من حيث مقدرتها على إمداد النبات بالعناصر الغذائية ، فالتربة الطينية الثقيلة مثلاً تعد أكثر خصوبة من الرملية أو الجيرية ، لذلك فإن إحتياجاتها من الأسمدة تكون أقل . كما أن زراعة التربة بشكل مستمر يؤدي إلى إستنزاف بعض العناصر الذائبة ، ولذلك يلزم تعويض الفقد بإضافة كميات محسوبة من الأسمدة حتى لا تقل إنتاجيتها نتيجة تدني خصوبتها .

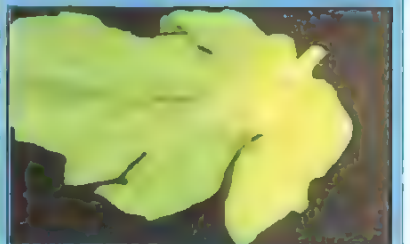
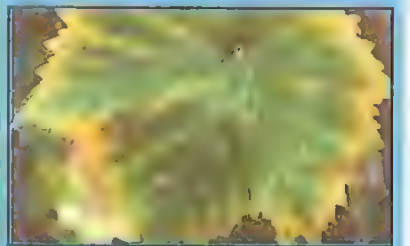
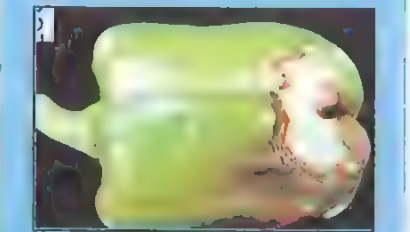
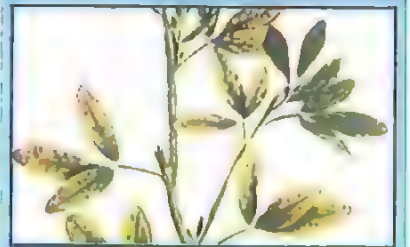
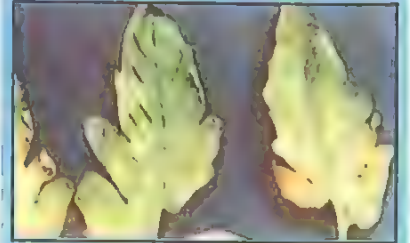
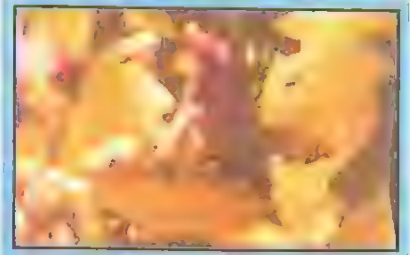
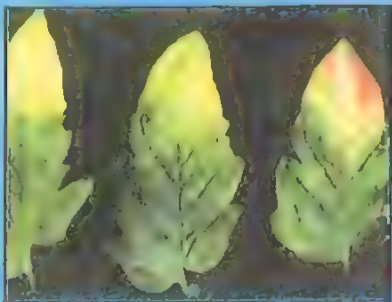
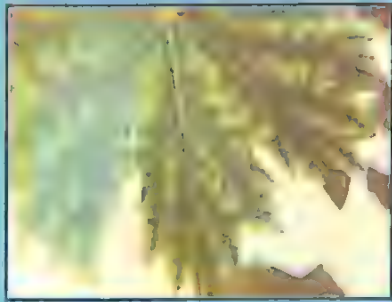
من جانب آخر يؤثر المناخ على كمية الأسمدة المضافة حيث يقل استخدامها في

ويلعب التحليل المبكر لأجزاء النبات دوراً فاعلاً في تلافي النقص - إذا وجد - بإضافة العنصر الذي أظهرت التحاليل أنه يقل عن المعدل المطلوب . وعادة ما تؤخذ الأوراق المكتملة حديثاً (Recently Matured) وفي وقت محدد أو أجزاء أخرى من النبات ، وذلك حسب نوع النبات ومرحلته الفسيولوجية وغيرها من الشروط المحددة لكل نبات . وعموماً هناك مستويات تركيز تعد ملائمة لنمو أغلب النباتات ، وهي تعد على أساس تحليل الأوراق . ويوضح جدول (١) التراكيز الملائمة لإنتاجية عالية لأغلب النباتات . من جانب آخر يسبب نقص عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية حدوث أحد أو بعض الظواهر منها مايلي :-

- ١ - حدوث تقزم للنبات .
- ٢ - حدوث تشوهات في شكل النبات والثمار .
- ٣ - زيادة فرصة إصابة النبات بالأمراض المختلفة .
- ٤ - حدوث نقص واضح في نمو النبات وإنتاجيته .
- ٥ - انخفاض في الصفات النوعية للمنتج مثل : صغر الثمار ، وتشوهها ، وقلة المحتوى من النشا ، والسكر ، والزيت ، والبروتين .
- ٦ - ظهور أعراض نقص على النباتات في مراحل مختلفة من نموه ، ويوضح جدول (٢) أعراض نقص بعض العناصر الغذائية في النبات .

### المركبات المخلبية

المركبات المخلبية (Chelating Compounds) مركبات عضوية ترتبط بالكاتيون المعدني ( يحمل شحنة موجبة ) مكونة معقد حلقي يتوسطه ذلك الكاتيون فتحدث له حماية من تفاعلات الترسيب أو الأكسدة أو الإختزال . تستخدم المركبات المخلبية للتغلب على مشاكل تسميد العناصر الصغرى ( حديد ،



● أعراض نقص بعض العناصر الغذائية في نباتات مختارة .



مثل الري المحوري ، والتنقيط ، وترجع أهمية هذه الطريقة إلى أن بعض العناصر وخصوصاً الصغرى يصعب أحياناً إضافتها وتوزيعها بالطرق التقليدية ، كذلك فإن إضافة العنصر الغذائي عن طريق رشه على الأوراق يعطي معدل إفادة أكبر لتفادي التفاعلات غير المرغوب فيها بين العنصر ومكونات التربة خصوصاً كربونات الكالسيوم (Ca CO<sub>3</sub>) مما يؤدي غالباً إلى تثبيت العنصر ، وبالتالي تقل الاستفادة منه من قبل النباتات ، وتبرز أهمية هذه الطريقة أيضاً عند إصابة جذور النباتات ببعض الإصابات مثل النيماطودا ، أو لإرتفاع ملوحة التربة ، مما يقلل من قدرة الجذور على امتصاص العناصر من التربة .

يدخل المحلول السمادي عن طريق الرش من خلال الثغور والكيوتيكل والتشققات في الأوراق .

الأوراق السفلى ( المسنة )			
العنصر	الأعراض الظاهرية للنقص	العنصر	الأعراض الظاهرية للنقص
نيتروجين ( N )	خضراء فاتحة إلى صفراء .	كالسيوم ( Ca )	تشوه البراعم الطرفية ، تأخر نمو الأوراق الأولية وإلتصاقها .
فسفور ( P )	خضراء صغيرة تميل إلى الإرجواني .	بورون ( B )	تبرقش الأوراق ، موت القمم النامية .
بوتاسيوم ( K )	بنية من الحواف إلى محترقة .	كبريت ( S )	لون أخضر فاتح إلى أصفر في العروق الوسطى .
مغنيسيوم ( Mg )	صفراء بين العروق الوسطية ، العروق خضراء	موليبدينوم ( Mo )	ذبول الأوراق الصغيرة ، تبقع أبيض .
زنك ( Zn )	أوراق صغيرة برونزية اللون		

● جدول (٢) أعراض نقص بعض العناصر الغذائية .

٤ - أن تكون ذات فعالية عالية في علاج نقص العنصر المعين أو العناصر المعينة .

### التسميد الورقي

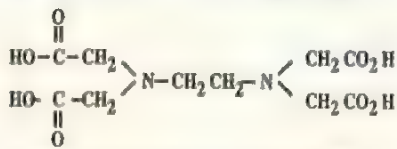
زاد الإهتمام في الوقت الحاضر باستخدام التسميد الورقي (Foliar Fertilization) ، وهي طريقة

و نحاس ، و زنك ، ومنجنيز ) ونقصها خصوصاً في الأراضي الجيرية التي تثبت هذه العناصر فيقل تيسرها للنبات ، وقد أعطت المركبات المخلبية نتائج جيدة في الترب الجيرية في المملكة العربية السعودية حيث فاقت فعاليتها فعالية المركبات غير المخلبية ( معدنية ) بحوالى ٢ - ٥ مرات .

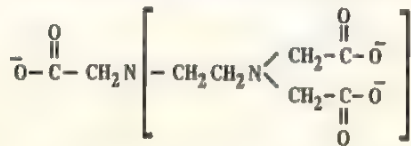
تأتي المركبات المخلبية التي يكون داخلها العنصر الغذائي المعين إما على شكل مركبات طبيعية ( Natural ) تنتج بوساطة النشاط الإحيائي في التربة ، ومن أمثلة ذلك الأحماض الأمينية ، وإما على شكل مركبات صناعية تحضر لإحداث خلب (Chelation) لمسك العنصر المعين ، ومن أمثلة ذلك مخلبيات ( EDTA, DTPA, HEDTA, EDDHA ) شكل (١) .

ويجب أن تتوفر في المركبات المخلبية الشروط الآتية :-

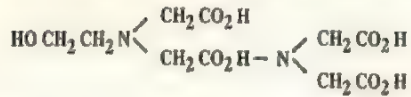
- ١ - أن تكون سهلة الإمتصاص بوساطة أوراق النبات .
- ٢ - أن تكون عديمة السمية للأوراق أو الثمار وسهلة الغسل منها .
- ٣ - أن تكون زهيدة الثمن نسبياً .



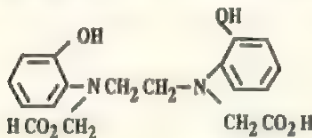
Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid ( EDTA )



Diethylene Triamine Penta Acetic Acid ( DTPA )



Hydroxy Ethylene Diamine Tri Acetic Acid ( HEDTA )



Ethylene Diamine DiHydroxyphenyl Acetic Acid ( EDDHA )

● شكل (١) الصيغ الكيميائية لبعض المواد المخلبية .

لرش النبات بمحاليل تحتوي على العناصر الغذائية خصوصاً العناصر الصغرى والنيتروجينية « اليوريا » كوسيلة جديدة للتسميد خصوصاً في الأراضي الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في أراضي المملكة العربية السعودية حيث يعاني النبات من نقص هذه العناصر . يطلق على هذه الطريقة أيضاً « التغذية اللاجذرية » أي تزويد النباتات بإحتياجاتها الغذائية عن طريق المجموع الخضري وليس المجموع الجذري . وقد انتشرت هذه الطريقة بشكل كبير في الزراعة في المملكة بعد استعمال طرق الري الحديثة

سنوياً بحوالي ٢ - ٣٪ .

يعد الدبال مفيد لتحسين خصوبة التربة بجانب فوائده الفيزيائية والكيميائية خصوصاً في التربة الرملية الفقيرة بالعناصر الغذائية وذات الخواص الحيوية والطبيعية الرديئة ، ويكوّن الدبال مادة غروية (Colloid) ذات سعة تبادلية كاتيونية عالية فضلاً عن أنه يساعد التربة على الاحتفاظ بالماء .

وعموماً يمكن إجمال فوائد المادة العضوية للتربة والنبات فيما يلي :-

١ - مصدر لحوالي ٩٠ - ٩٥٪ من النيتروجين في التربة غير المسمدة إضافة إلى كميات متوسطة من الفوسفور والكبريت اللذان يتواجدان بكميات ميسرة للنبات عند تواجد الدبال بكمية محسوسة ( ٢٪ ) .

٢ - مادة مخلبية (Chelate) تعمل على تيسر العناصر الصغرى للنبات .

٣ - مادة عازلة تعمل على تقليل درجة الحرارة في الصيف وتدفئة التربة خلال الشتاء .

٤ - تُحد من تعرية وجرف التربة (Soil Erosion) .

٥ - تُحسن من تهوية التربة خصوصاً في الترب الطينية الثقيلة .

٦ - تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .

٧ - تُعد مصدراً للطاقة اللازمة للكائنات الدقيقة في التربة وبالتالي تساعد على زيادة النشاط الحيوي فيها .

٨ - تُحسن من قوام وبناء التربة .

٩ - تقلل من فقد العناصر الغذائية بالغسيل (Leaching) .

١٠ - تحتوي على مواد منشطة للنمو مثل الهرمونات والفييتامينات .

للتربة وتؤثر على خواصها الكيميائية والحيوية ، وتعد المادة العضوية مؤشراً هاماً لخصوبة وحيوية التربة ، فهي تساعد على تكوين البناء (Structure) الجيد للتربة وتحسين التهوية ونفاذية الماء وتقليل النخر (Erosion) بواسطة الماء والرياح ، ومن الناحية الكيميائية تعد المادة العضوية مصدراً لكل النيتروجين تقريباً ، وحوالي ٨٠٪ من الكبريت ، وبعض العناصر الصغرى .

تعد المادة العضوية في تغير مستمر ، عليه لابد من تعويضها باستمرار حتى تحافظ التربة على خصوبتها وإنتاجيتها ، وعموماً تزداد نسبة المادة العضوية في المناطق الباردة والمعتدلة ذات الغطاء النباتي الكثيف والأمطار العالية ، وتقل في المناطق الجافة وشبه الجافة قليلة الأمطار وقليلة الغطاء النباتي ، حيث تعمل الحرارة العالية على أكسدة المادة العضوية وفقدانها كما هو الحال في معظم أراضي المملكة العربية السعودية .

تختلف المواد العضوية في نوعها وتركيبها ، وعموماً فهي تركيب معقد يتكون أساساً من الكربون (< ٥٠٪) وكميات أقل من الأكسجين والهيدروجين وكميات قليلة من النيتروجين ، والكبريت ، والفوسفور ، وعناصر أخرى .

وتتكون المادة العضوية من مجاميع مختلفة مثل : اللجنين ، والسليولوز ، والبروتينات ، والكربوهيدرات ، والزيوت ، ومواد معقدة أخرى . ويؤدي تحلل هذه المواد إلى تكوين الدبال (Humus) وهو عبارة عن مادة داكنة اللون تتكون من خليط من مركبات متحللة ومركبات صعبة التحلل ، ونتيجة لاستمرار عملية التحلل فإن الدبال يعد مركب غير ثابت ، وأن نسبة ثباته تعتمد على توفر الظروف المناسبة لذلك ، ويقدر معدل تحلله

وعند إجراء عملية الرش يجب التنبيه إلى ما يلي :-

١ - إختيار الرقم الهيدروجيني المناسب لمحلل الرش ودرجة تركيزه ، حيث أن المحاليل المركزة تسبب ضرراً وتسمماً للنبات فضلاً عن تراكم الأملاح على سطح الورقة مما يسبب حرقاً كيميائياً لها .

٢ - إستعمال مواد منشطة سطحية (Surfactants) لتساعد على إنتلال والتصاق محلول الرش بسطح الورقة ، ومن أمثلة هذه المواد صابون الـ (Teepol) .

٣ - إختيار العمر المناسب للنبات عند إجراء الرش ، ومن أفضل الأعمار عندما يكون النبات في قمة نشاطه الفسيولوجي وعندما يكون لديه سطح خضري كاف لإستقبال محلول الرش .

٤ - إجراء عملية الرش في الصباح الباكر بعد تطاير قطرات الندى أو قبل غروب الشمس وتجنب الرش وقت الظهيرة أو عند أوقات الحرارة الشديدة .

٥ - تجنب الرش ضد الرياح ووقت اشتدادها .

٦ - تجنب الرش وقت سقوط الأمطار أو عند توقع نزولها .

٧ - يراعى قدر الإمكان رش السطح السفلي للورقة مع التركيز على الأوراق حديثة النمو .

## المادة العضوية

تتكون المادة العضوية (Organic Matter) بالتربة من مخلفات نباتية وحيوانية قابلة للتحلل ، ومع أن معظم الأراضي الزراعية تحتوي على ١ - ٥٪ فقط من المادة العضوية فإن هذه الكمية الصغيرة يمكنها تغيير الخواص الطبيعية





لا يشعر الإنسان وهو يسير على سطح التربة أن تحت أقدامه بلايين من الكائنات المستوطنة بها، وباستثناء الكائنات الضارة تعد أغلب كائنات التربة ذات فوائد متعددة للإنسان. فمن طريق عمليات تحلل (Decompositon) المخلفات العضوية مثلاً تعمل الكائنات الحية على مد النبات بكثير من العناصر الغذائية فضلاً عن أن نواتج التحلل قد تكون ذات أهمية في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة، وفي تثبيت بعض المعادن الثقيلة والمبيدات وبذلك تساهم في منع تلوث البيئة. إضافة لذلك تشكل الكائنات الحية في التربة بيئة ملائمة لتحلل بعض المبيدات، وكذلك لتصنيع بعض المضادات الحيوية، وعليه فإنه بغض النظر عن التعريفات الأخرى للتربة الزراعية فإنها - بسبب ما تحتويه من مجاميع إحصائية - تعد جسماً حيوياً يتغير نشاطه بحسب ما يحتويه من مكونات صلبة (مادة معدنية وعضوية) وسائلة وغازية، وبحسب الظروف المحيطة من درجة حرارة ورطوبة وغيرها.

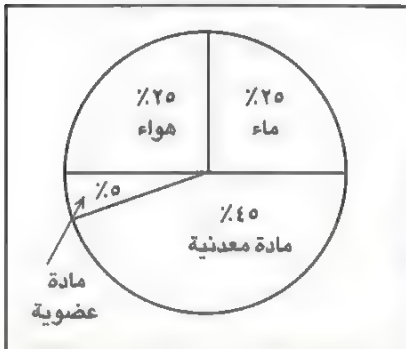
كل من الجزء المعدني والعضوي إضافة إلى مطول ماء وهواء التربة، شكل (١) ويمكن تفصيل تأثير تلك المكونات على نشاط الكائنات الدقيقة في التربة فيما يلي :-

## ● الجزء المعدني

تشكل المادة المعدنية الهيكل الأساسي للتربة، وهي تنتج من تفتت الصخور والمعادن بالتعرية لتصبح بمرور الزمن مادة مختلفة عن الصخر الأصلي الذي تكونت منه، وتتكون المادة المعدنية في التربة من خليط معدني ذا أقطار مختلفة « حبيبات رمل وغرين وطين »، وتعد حبيبات الطين ومعادنه من أكثر المجموعات فعالية في التأثير على

عامة والمجهرية منها بصفة خاصة بقياس أعدادها المختلفة باستخدام طريقة استنبات كل نوع منها في أطباق (Culture Plates) تحتوي الوسط الذي ينمو فيه كائن معين من تلك الكائنات ثم تغير الوسط لاستنبات كائن آخر لحصر أعداده وهكذا، أو بطرق حديثة تعتمد إما على كمية الطاقة المخزنة في الكائن الحي وذلك بقياس كمية الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (Adenosine Triphosphate-ATP) أو على العد المجهرية للكائنات المختلفة. أو على قياس حجم الكتلة الحية (Biomass) الذي يعبر عن نشاط هذه الأحياء ويعد مؤشراً لمدى خصوبة التربة. وتقدر الكتلة الحية للأحياء الموجودة في التربة بحوالي ٠,٥ - ٤,٠٠ طن أو أكثر لكل هكتار من التربة « لعمق ١٥ سم ». سيتناول هذا المقال أهمية الكائنات الدقيقة في التربة ودورها في إمداد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة.

تشمل الكائنات الحية في التربة كلا من الكائنات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتسمى بالكائنات الكبرى، صورة (١)، والكائنات التي لا يمكن رؤيتها إلا بمساعدة المجهر وتسمى بالكائنات الدقيقة (Microorganisms). ومن أمثلة الكائنات الكبرى في التربة كل من الديدان الأرضية ومفصليات الأرجل والعناكب والنيماطودا والنمل الأبيض، أما الكائنات الدقيقة فمن أمثلتها البكتيريا والاكيتوبواسيتات (الفطريات الشعاعية) والفطريات والطحالب والأوليات والفيروسات. يمكن التعبير عن نشاط الأحياء بصورة



● شكل (١) المكونات الحجمية لتربة مثالية.



● بعض الكائنات المشاهدة بالعين المجردة.

يختلف النشاط الإحيائي للتربة باختلاف مكوناتها التي تشمل بجانب الكائنات الدقيقة

- تركيب هواء التربة وذلك كما يلي :-
- \* الهوائية الحتمية (Strict Aerobes) : وهي كائنات لا تنمو في غياب الأكسجين .
  - \* اللاهوائية الحتمية (Strict Anaerobes) : وهي كائنات لا تنمو في وجود الأكسجين .
  - \* شبه هوائية (Microaerophilic) : وهي كائنات تنمو في وجود نسبة قليلة من الأكسجين ، وهي واسعة الانتشار في التربة .
  - \* هوائية اختيارية (Facultative Aerobes) : وهي كائنات لا تتأثر بوجود أو غياب الأكسجين .



تحتوي التربة عادة على أعداد كبيرة من البكتيريا والفطريات والطحالب، جدول (١)، وتختلف أعداد تلك الكائنات باختلاف الظروف البيئية للتربة ونوعها . ففي ظل توفر الأكسجين مثلاً تكون السيادة للبكتيريا والفطريات ، أما في غياب الأكسجين فإن البكتيريا ستكون هي السائدة وتنتشر الطحالب على سطح التربة عند توفر الرطوبة اللازمة مع الضوء . ورغم تميز البكتيريا على غيرها من الأحياء الدقيقة بسرعة تكاثرها وقدرتها الكبيرة على تحليل أنواع كثيرة ومختلفة من المواد الطبيعية إلا أن دور الفطريات والطحالب في تكوين التربة لا يمكن تجاهله حيث تعد الفطريات المسؤول الأول عن تحليل المواد العضوية في التربة الحمضية ، كما أن الطحالب تلعب دوراً هاماً في المناطق الجافة وشبه الجافة وخاصة الطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae) والتي تستطيع أن تقوم بعملية البناء الضوئي في الأماكن الصخرية في الصحراء في مواجهة ظروف قاسية مما يضيف لعوامل التجوية الكيميائية والفيزيائية للصحور عاملاً حيوياً ، وعموماً يمكن إجمال أثر الكائنات الحية في تكوين التربة فيما يلي :-

المجموعة	العدد التقريبي /جم تربة جافة
البكتيريا	١٠ × ٣ - ١٠ × ٥
الاكتينوميستات	١٠ × ١ - ١٠ × ٥
الفطريات	١٠ × ٩ - ١٠ × ٥
الطحالب	١٠ × ٥ - ١٠ × ١
النيماطودا	٢٠٠ - ٥٠

● جدول (١) الأعداد التقريبية للأحياء الشائعة في التربة .

الغذائية للكائنات الدقيقة . وتعكس كمية المادة العضوية في التربة نشاط الأحياء الدقيقة وأعدادها ، إذ تحتوي التربة الفقيرة في المادة العضوية أعداداً قليلة من الكائنات الدقيقة مقارنة بالتربة الغنية بهذه المادة . وتعد نسبة الكربون للنيتروجين في التربة عامل هام في نشاط الكائنات الدقيقة حيث أنها تستخدم هذين العنصرين كمصدر للطاقة وبناء أنسجتها ، ولذلك فإن كمية الكربون إذا تعدت نسبة معينة (عشرة أضعاف كمية النيتروجين) فإن الكائنات الدقيقة سوف تلجأ إلى تعويض النقص من النيتروجين من التربة نفسها ، وهي بذلك تنافس النبات على هذا العنصر .

### ● محلول التربة

هناك عادة ارتباط وثيق بين الماء والهواء في التربة حيث تعني زيادة الهواء قلة في الماء والعكس . وبسبب حاجة الأحياء الدقيقة للماء بشكل أساس فإن النشاط الأحيائي يقل بشكل كبير في حالة الجفاف ، أما في حالة الرطوبة الزائدة فإن الكائنات الدقيقة اللاهوائية تنشط وتتكاثر لتحلل المواد العضوية بشكل غير كامل منتجة بذلك مركبات وسطية قد تكون سامة للنباتات ، كما تختزل أملاح النترات والكبريتات والفوسفات وتتحول إلى صور غير ملائمة للنباتات . وتتوقف بعض العمليات الهامة أحياناً مثل التآزت وأكسدة الكبريت بالإضافة إلى ازدياد أعداد الأوليات في الطبقة السطحية من التربة الغدقة (عديمة الأكسجين) فتتغذى على البكتيريا النافعة . من جانب آخر يعد وجود نسبة عالية من الأملاح في محلول التربة - كما في التربة الملحية - غير ملائم للنشاط الإحيائي لأنه يجعل الماء غير ميسر للكائنات الدقيقة بسبب الضغط الاسموزي العالي مما يؤدي إلى قلة النشاط الأحياء في هذا النوع من التربة .

### ● هواء التربة

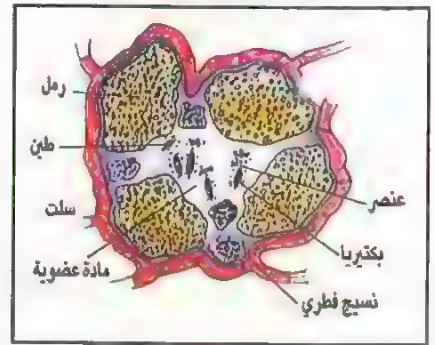
يعد هواء التربة المجموعة النباتية والأحياء الدقيقة بالأكسجين اللازم للنمو ، ويعد العامل الأساسي في عمليات الأكسدة والاختزال في التربة ، ويختلف هواء التربة عن الهواء الجوي في التركيب وذلك بسبب النشاط الأحيائي ، وتختلف الأحياء الدقيقة في مدى تأثيرها بالتغيرات التي تحدث في

الكائنات الحية الدقيقة ، حيث يتميز الطين بسطحه الكبير مقارنة مع وزنه مما يزيد من قدرته التبادلية وبالتالي على النشاط الإحيائي ، كما يؤثر نوع معدن الطين على الكائنات الدقيقة ونشاطها ، فقد لوحظ مثلاً أن إضافة معدن طين المونتموريلونيت (Montmorillonite) بنسبة قليلة لبيئات النمو الغذائية للكائنات الحية يقلل من معدل تنفس الفطريات بسبب لزوجة هذا المعدن وتمدده بالمياه مما يؤثر على حركة الأكسجين اللازم لنمو الفطريات ، وفي نفس الوقت يتسبب هذا المعدن في زيادة نشاط البكتيريا بسبب زيادة سطحه النوعي الذي يجعل له القدرة على ادمصاص أيونات الهيدروجين المتكونة أثناء التمثيل الغذائي للبكتيريا واستبدالها بكاتيونات قاعدية تساعد على عدم تعرض الرقم الهيدروجيني في الوسط للتغيرات الشديدة .

من جانب آخر تعد حبيبات الغرين والرمل أقل تأثيراً على نشاط الكائنات الحية الدقيقة بالمقارنة مع الطين ولكن وجودهما ضروري لدورهما الهام في حركة الهواء والماء في التربة ، شكل (٢) ، توجد حبيبات التربة في صورة تكتلات (Aggregates) بدرجات مختلفة ، تلعب الأحياء الدقيقة دوراً هاماً في تكوينها حيث تقوم الفطريات والاكتينوميستات بتجميع هذه الحبيبات وربطها ميكانيكياً ، إضافة لذلك تنتج الأحياء المجهرية سكريات متعددة (Polysaccharides) ومركبات عضوية تساعد على تجميع وثبات بناء التربة الذي يعكس أثره في تحسين تهويتها .

### ● الجزء العضوي

إضافة إلى أهميته في تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة ، تعد المادة العضوية مهمة جداً للنشاط الإحيائي للتربة بسبب أنها تشكل المخزن الرئيسي للعناصر



● شكل (٢) أحجام بعض مكونات التربة والفراغات البينية بين الحبيبات .



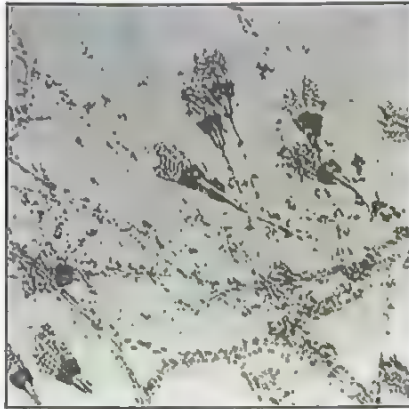
ومعدنة الفوسفور والكبريت والحديد والبوتاسيوم والمنجنيز والزنك ، فضلاً عن تحليلها للمبيدات وبقايا الأسمدة في التربة مما يقلل من تلوث البيئة بهذه المركبات الكيميائية .  
من جانب آخر تعمل الكائنات الدقيقة على إنتاج البيوجاز (Biogas) الذي يمكن استغلاله كمصدر بديل للطاقة خاصة في الأماكن الريفية.

رغم أن عنصر الكربون ليس من العناصر الأكثر انتشاراً على وجه الأرض إلا أنه يلعب دوراً هاماً في حياة جميع الكائنات ، ويدور هذا العنصر في دورتين إحداهما في الأرض والثانية في الجو ، شكل (٣) ، حيث يوجد غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي الذي يتحول إلى صورة عضوية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية (Autotrophic) مثل العديد من أجناس البكتيريا والطحالب التي لها القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي في غذائها وبناء خلاياها وللحصول على الطاقة اللازمة لها . وعليه فإن الكربون يدخل بدوره في تركيب البروتين والسليولوز وكثير من المركبات العضوية داخل أجسام هذه الكائنات ، وعند موت هذه الكائنات وتحللها فإنها تضيف كمية من المواد العضوية إلى التربة إضافة إلى بقايا النباتات من أوراق متساقطة وقلف أشجار وإفرازات للجذور والأسمدة

من فطر (*Penicillium notatum*) ، وقضاً عن ذلك لا يخفى دور الأحياء الدقيقة في إنتاج لقاحات العقد البكتيرية ولقاحات الفطريات الجذرية (Mycorrhiza) والكائنات الدقيقة المذبية للفوسفور ، وكذلك في تيسير العناصر الغذائية خاصة في تثبيت النيتروجين الجوي بالتربة



● فطر الكماة ( الفقع ) .



● فطر بنسيليوم نوتاتم .

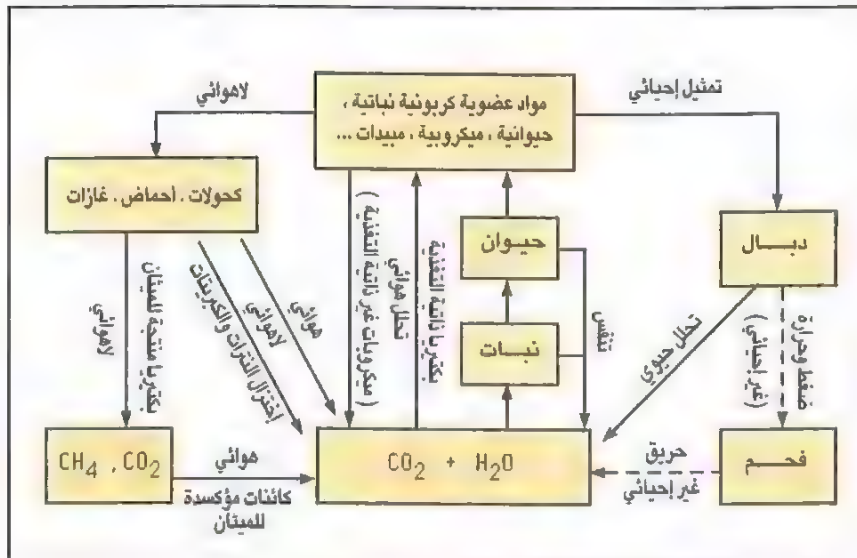
١- تحليل معادن الألمنيو سليكات (Alumino Silicate) بوساطة بكتيريا من جنس (*Pseudomonas Bacillus*) وفطريات من جنس (*Mucor Penicillium*) .

٢- تفرز بعض أجناس البكتيريا مثل (*Pseudomonas*) حامض ألفا كيتوجلوكونك (a-Ketogluconic Acid) ، وهو حامض هام في إذابة السليكات ( $SiO_2$ ) عن طريق زيادة معدل ذوبان الحديد والألمنيوم . مما يؤثر على ذوبانية الكالسيوم والفوسفور .

٣- تمتص بعض الفطريات مثل (*Aspergillus Fumigatus*) عنصر البوتاسيوم من معدن المايكا (Mica) ليحل محله عنصر الصوديوم عن طريق عملية التبادل الأيوني ، وبذلك يتحول معدن المايكا - بمرور الزمن - إلى معدن فيرميكولايت (Vermiculite) .

٤- يؤدي نشاط الأحياء الدقيقة في التربة إلى حدوث تغيرات كثيرة في صور العناصر الضرورية لنمو النبات ، ومن أمثلة ذلك يمكن للكائنات الدقيقة تحليل المادة العضوية . وإطلاق بعض العناصر الغذائية في صورة جاهزة للنبات ، وهو ما يعرف بالمعدنة (Mineralization) ، ومن أهم المعادن التي يمكن تحويلها من الحالة العضوية إلى حالة جاهزة للنبات كل من النيتروجين والفوسفور والكبريت . وفي المقابل فإن التربة إذا لم تحتوي على مادة عضوية تكفي لحياة الكائنات الدقيقة وتكاثرها فإنها تلجأ إلى المواد المعدنية في التربة لبناء أجسامها مما يحول المواد المعدنية إلى مواد عضوية غير جاهزة للنبات ، وتسمى هذه العملية بعملية التمثيل (Immobilization) ، وهي عملية تعد هامة من الناحية البيئية عندما تتحول المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص إلى مواد عضوية عديمة الامتصاص بوساطة النبات .

إضافة لذلك تمثل بعض أحياء التربة غذاء للإنسان ، ومن أمثلة ذلك فطر الكماة «الفقع» (Truffles) ، وفطر عيش الغراب (Mushroom) ، الذي رغم وجود بعض من أنواعه السامة في التربة إلا أنه أحد المواد الغذائية الهامة للإنسان . وللكائنات الحية الدقيقة أيضاً دور كبير في تخليص الإنسان من النفايات التي لو تراكمت دون تحلل لغطت وجه الأرض ومنعت النشاط الإنساني بكامله . كما لا يخفى دورها في إنتاج المضادات الحيوية (Antibiotics) مثل مادة البنسلين المستخرجة



● شكل (٣) دورة الكربون في الطبيعة .

فقدان النيتروجين	اكتساب النيتروجين
استهلاك النباتات	إضافة الأسمدة
عكس التآزات	تثبيت النيتروجين
التطابير	بقايا النباتات
الغسيل والانجراف والتجوية	الإطار والفيضانات

● جدول (٢) إكتساب وفقدان النيتروجين في التربة .

بلدي - سماد مجاري ) . وتلعب الكائنات الحية دوراً كبيراً في تيسير هذا العنصر الهام وتحوله من صورة لأخرى ومن حالة لحالة، وقد تحدث جميع هذه العمليات الحيوية الهامة في وقت واحد.

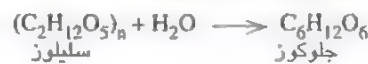
تعد معدنة النيتروجين (Nitrogen Mineralization) من أهم العمليات الحيوية ، وهي شبيهة بما يحدث في المادة العضوية ( معدنة الكربون ) حيث يتم فيها تحويل جزء من النيتروجين العضوي إلى نيتروجين معدني ، يدخل جزء منه داخل خلايا الكائنات الدقيقة أثناء عملية التمثيل (Immobilization) ، وقد يبقى منه جزء ليمتصه النبات ليفقد بالتطابير من التربة على شكل غازات النيتروجين المختلفة (NO, NO, N<sub>2</sub>) أو بالغسيل ، و لكثير من أحياء التربة الدقيقة المقدرة على معدنة النيتروجين ، ومن ذلك بكتيريا (Pseudomonas Bacillus) وفطريات (Aspergillus) و(Rhizopus mucor) والاكيتينوميسينات من جنس (Streptomyces Nocardia) . وتؤثر عملية المعدنة بشكل كبير بالعوامل البيئية من رطوبة وحرارة و pH . إضافة لذلك قد يحدث للنيتروجين الموجود في المادة العضوية عملية نشدرة (Ammonification) - إنتاج الأمونيا (NH<sub>3</sub>) - ثم تتأكسد إلى نترات ليستفيد منها النبات بعملية التآزات (Nitrification) كما في المعادلة التالية :



وتعد عملية تثبيت النيتروجين من الهواء الجوي ، جدول (٣) ، من الأدوار الهامة للأحياء الدقيقة حيث أن حوالي ٨٠٪ من الهواء الجوي عبارة عن نيتروجين في شكل غاز خامل لا يستفاد منه . وتضاهي

وتعد هذه العمليات ذات أهمية كبيرة في تغذية النبات وخصوبة التربة إذ أن المادة العضوية إذا كانت فقيرة في عنصر ما (مثل النيتروجين) فلا بد من إضافة هذا العنصر مع المادة العضوية للتربة قبل الزراعة بفترة كافية للتدخل دون إخلال بكميات النيتروجين في التربة حيث لا يعاني النبات نقصاً في العناصر المسيرة.

تقوم الكائنات الدقيقة بإفراز إنزيمات خارجية (Extracellular Enzymes) لتحليل المركبات العضوية المعقدة مثل الكربوهيدرات أو البروتينات ، وبعد أن يتم تحليلها إلى مركبات أبسط ذاتية مثل الجلوكوز فإن الكائنات الدقيقة تقوم بامتصاصها وتحليلها للحصول على الطاقة واستخدامها في البناء بواسطة إنزيمات داخلية (Intracellular Enzymes) تفرز داخل الخلية كما في المعادلة التالية :-

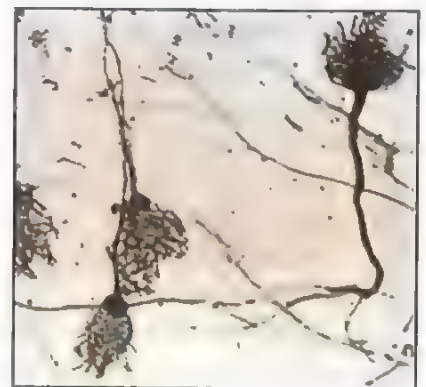


يعد النيتروجين واحداً من أهم العناصر التي يحتاجها الكائن الحي لبناء البروتين والأحماض الأمينية والنوية التي تتوقف عليها معظم العمليات الحيوية له . فالإنسان يتغذى على الحيوانات والنباتات ليحصل منها على حاجته من هذا العنصر ، أما الحيوان فيحصل على حاجته عن طريق تناول النباتات . وتعتمد النباتات بدورها على التربة للحصول على النيتروجين مما يجعلها من أكبر العوامل التي تقلل من كمية هذا العنصر في التربة ، ولاتستطيع النباتات استخدام النيتروجين إلا في صورة معدنية (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) سهلة الامتصاص ولهذا فإن جميع العمليات التي تسهل معدنة النيتروجين وتيسره في التربة تعد بالغة الأهمية لخصوبتها ، كما أن النيتروجين يعد من العناصر القليلة القابلة للفقد

بالغسيل أو التطابير من التربة ، جدول (٢) ، مما يجعل وضعه حساساً بشكل كبير في الإنتاج الزراعي . ويضاف النيتروجين للتربة - غالباً - في صورة أسمدة معدنية نتراتية أو أسمدة عضوية طبيعية (سماد

الحيوانية التي تقوم الأحياء الدقيقة غير ذاتية التغذية (Heterotrophic) بتحليلها للحصول على الطاقة وبناء أجسام جديدة . كما أنه لا يمكن لمكونات المادة العضوية المضافة للتربة أن تحلل كلها بسرعة واحدة ولكن في المقابل فإن المواد القابلة للذوبان في الماء تكون الأسرع في التحلل يليها النشا والسليولوز ثم الهيمسليولوز وأخيراً اللجنين الذي يعد الأبطأ سرعة في التحلل ، وبعد انتهاء فترة التحلل تتكون مادة عضوية معقدة التركيب يطلق عليها الدبال (Humus) . ويصاحب عملية التحلل انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يزيد محتواه في التربة .

تعمل الكائنات الدقيقة في ظل الظروف الهوائية على استهلاك حوالي ٢٠ - ٤٠٪ من كربون المادة العضوية التي تحللها لبناء أجسامها - عملية تمثيل الكربون (Carbon Assimilation) - أما بقية الكربون في المادة العضوية فإنه يتحول إلى غاز ثاني أكسيد الكربون ، وتعد فطريات التربة أكثر كفاءة عن غيرها في تمثيل المادة العضوية لبناء أجسامها ، تليها البكتيريا الهوائية فالبكتيريا اللاهوائية . وتحتاج الكائنات عند تمثيلها للكربون لبناء أجسامها إلى نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم وكبريت فإذا كانت المادة العضوية غنية بهذه العناصر فإن الكائنات تأخذ ما يكفي حاجتها وما تبقى من هذه العناصر يستفاد منه في صورة معدنية ميسرة للنباتات في التربة ، أما إذا كانت المادة العضوية فقيرة في هذه العناصر فإن الكائنات تلجأ إلى العناصر الموجودة في التربة لأخذ حاجتها منها وبذلك تحولها من الصور المعدنية الميسرة للنباتات إلى صورة عضوية غير ميسرة (Immobilization) ،



● فطر الأسبيرجلس (Aspergillus) .



٥- لقاح فطريات الميكوريزا (Mycorrhiza) الذي يزيد من تسير عنصر الفوسفور خاصة في المناطق الجافة .

٦- لقاح (Phosphobacterin) وهو يحتوي على بكتيريا ذات كفاءة عالية في إذابة الفوسفات غير الذائبة بالتربة .

يصل للتربة كل عام ملايين الأطنان من المركبات الكيميائية والمخلفات الصناعية ، وتمثل هذه المركبات في الأسمدة والمبيدات ومخلفات الإنسان . وعليه من المهم جداً وجود الكائنات الحية الدقيقة في التربة لتقوم بتحليل هذه المركبات لتقليل التلوث في التربة عن طريق التخلص من بقايا المبيدات والأسمدة والمواد غير المرغوبة . ولزيادة أهمية المبيدات في السنوات الأخيرة وانتشار استخدامها في كافة أنحاء العالم حيث أصبحت تضاف إلى التربة والنباتات بكميات كبيرة مما قد يؤدي إلى تلوث بيئي بهذه المركبات الكيميائية فسنركز هنا على المبيدات رغم أهمية الدور الذي تلعبه المواد الأخرى في تلوث التربة .

### ● المبيدات

يوجد حالياً في الأسواق حوالي ٦٠٠ نوع من المبيدات (Pesticides) عبارة عن مواد كيميائية عضوية أو معدنية صممت للقضاء على الأحياء التي تهدد الإنسان والحيوان والنبات ، وهي تشمل مبيدات الحشرات (Insecticides) ومبيدات الفطريات (Fungicides) ومبيدات للحشائش (Herbicides) ومبيدات للبكتيريا (Bactericides) ومبيدات للنيماتودا (Nematocides) . ويمكن أن يضاف بعض أنواع هذه المبيدات مباشرة ، على سطح التربة ، وأما بعضها فيمكن أن يحقن تحت السطح ، بينما يمكن أن يرش أنواع أخرى على أسطح الأوراق وبذوره يصل إلى التربة . ورغم أن المبيدات قد صممت أساساً للقضاء على نوع معين من الكائنات الحية لكن احتمال تأثيرها على الأحياء الأخرى - وبالذات الأحياء الدقيقة ذات الأهمية الاقتصادية في التربة - قائم بشكل كبير . عليه فمن الصعوبة بمكان أن يقضي المبيد على الآفة المخصصة لها فقط ، وهناك ثلاثة عوامل تتحكم بمدى التأثير السليبي للمبيد على أحياء التربة الدقيقة .

بإنتاج مصنع البكتيريا التكافلية مباشرة من النيتروجين مما قد يساهم في تقليل كميات الأسمدة النيتروجينية المضافة للتربة ويقلل من تلوث التربة والمياه بالنترات .

تعد اللقاحات الحيوية مصادر غذائية للنبات رخيصة الثمن مقارنة مع الأسمدة المعدنية ، وهي تنتج من الأحياء الدقيقة باختيار الكائن الدقيق المطلوب ، ثم إكثاره في مزارع ملائمة ، ونقل النمو إلى حامل مناسب لاستعماله كلقاح للبذور بالتربة تعمل على تسير العناصر الغذائية للنباتات في التربة ، كما أنها تفرز مواد منشطة للنمو تساعد على إنبات البذور ونمو الجذور ، إضافة إلى مواد مضادة للفطريات الممرضة في التربة . ومن أشهر هذه اللقاحات ما يلي :-

١- لقاح الريزوبيا (Rhizobium) للبقوليات .

٢- لقاح (Azotobacterin) وهو يحتوي على بكتيريا (Azotobacter Chroococcum) ويضاف للتربة لإمداد النبات بحاجته من النيتروجين المثبت لاتكافلياً .

٣- لقاح (Azospirillum) لبذور النجيليات كمثبت حر للنيتروجين في التربة .

٤- لقاح الطحالب الخضراء المزرقية (Blue green Algae) لتثبيت النيتروجين في التربة الغدقة المزروعة بالأرز .

هذه العملية في أهميتها عملية التمثيل الضوئي لاستمرار الحياة على سطح الأرض ، حيث أن هناك كمية قليلة من غاز النيتروجين يمكن تثبيتها طبيعياً بواسطة البرق لتتزل مع قطرات المطر على التربة على شكل أيونات أمونيوم أو نترات ، ورغم أنه يمكن تصنيع النيتروجين على شكل أسمدة إلا أن النيتروجين يثبت بواسطة أحياء التربة الدقيقة سواء الحرة في التربة مثل بكتيريا من جنس (Azotobacter) أو البكتيريا المتكافلة مع النباتات البقولية مثل جنس (Rhizobium) . ففي حالة بكتيريا الـ (Azotobacter) يقوم إنزيم النيتروجينيز الذي يفرز خارجياً من هذه الأحياء - عند توفر مصدر للطاقة - باختزال النيتروجين الغازي إلى أمونيا كما في المعادلات التالية :-



وتتحول الأمونيا بدورها داخل الكائن الحي إلى حامض الجلوتاميك (Glutamic) الذي يدخل في تكوين الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات ، وبعد موت هذه الكائنات وتحللها في التربة ينطلق منها النيتروجين بعملية المعدنة إلى التربة في شكل ميسر وجاهز للنباتات ، كما أن العقد البكتيرية الموجودة على النباتات البقولية ، تمد النبات

كائنات حرة		كائنات متكافلة	
الكائن الحي	الأمثلة	الكائن الحي	أمثلة العائل المتكافل معه
١- البكتيريا (أ) غير ذاتية التغذية الكيميائية - هوائية حتمية - لاهوائية حتمية - شبه هوائية - هوائية اختيارية (ب) كائنات ذاتية التغذية الكيميائية (ج) كائنات غير ذاتية التغذية الضوئية (د) كائنات ذاتية التغذية الضوئية	Azotobacter Colostridium Azospirillum Klebsiella Thiobacillus Rhodospirillum Amoebacter	Rhizobium Bradyrhizobium Rhizobium مثل (Raraspontia) كارورينا	الفاول المصري ، البرسيم ، العدس ، فول الصويا ، السنط ، الفول السوداني ، السوداني ، لابقوليات
٢- السيانوبكتيريا (أ) ذات خلايا متحوصة (ب) عديمة الخلايا المتحوصة	Nostoc Plectonema	Frankia	

● جدول ( ٤ ) بعض الكائنات الدقيقة المثبتة للنيتروجين .



## د. عصام بشور

يعد الري من أهم النشاطات التي مارسها الإنسان على مر العصور والتي كان لها أثر كبير على البيئة المحيطة به . وتعد الحضارة الفرعونية بمصر (٦٠٠٠ سنة قبل الميلاد) أولى الحضارات التي طبقت أسلوب الري معتمدة في ذلك بصفة أساس على مياه نهر النيل ، تلا ذلك الحضارة الآشورية في بابل بالعراق (٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد) التي اعتمدت على مياه نهري دجلة والفرات . ومن ثم انتشر الري في مناطق العالم المختلفة وأصبح أسلوباً أساساً يعتمد عليه الإنسان في الزراعة لتأمين مأكله وملبسه .

مصطلح الرسمة للإشارة إلى أسلوب التسميد بالري الذي انتشر على نطاق واسع - بالملكة العربية السعودية والمناطق المجاورة لها خلال السنوات العشر الماضية - في نظام الري الحديث لإستصلاح مساحات واسعة من الأراضي وتحويلها إلى أراضي مروية ومنتجة لمختلف أنواع المحاصيل والخضروات والأشجار .

تتم عملية الرسمة عن طريق حقن الأسمدة في مياه الري إلا أنه يجب الانتباه إلى ضرورة احتواء نظام حقن الأسمدة ، (Injection pump) على صمام أمان باتجاه واحد يسمح بحركة السماد الذائب بالماء إلى داخل الأنابيب في اتجاه الحقل ولا يسمح بحركته في الاتجاه المعاكس . ويتوفر هذا

وقد استخدم الإنسان أسلوب إضافة الفضلات العضوية إلى مياه الري - منذ البدايات الأولى للزراعة في العالم - لتأمين احتياجات النبات من الماء والغذاء في آن واحد ، وسميت عملية إضافة الأسمدة إلى مياه الري بعدة مسميات منها الري/تسميد، أو الري التسميدي ، أو التسميد من خلال الري وأخيراً سميت بالرسمة (Fertigation) ، وهو مصطلح علمي طُرح من قِبَل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في إجتماع الخبراء الاستشاريين لإستعمال الأسمدة والكيميائيات مع مياه الري الذي عقدته منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بالقاهرة ، عام ١٩٩١ م .

وسيتم هنا - بمشيئة الله - استخدام

وهي نوع المبيد وتركيزه ومدة بقائه في التربة . إضافة لذلك فهناك من الأحياء الدقيقة ما يكون حساساً جداً حتى عند التراكيز المنخفضة من المبيدات مثل بكتيريا التآزت (Nitrosomonas) والـ (Nitrobacter) ، وكما أن لمبيدات الحشائش والحشرات بصورة عامة تأثير خفيف على إحياء التربة الدقيقة - ما عدا الطحالب - مقارنة بالمبيدات الفطرية والنيماطودية .

يتعرض المبيد عند إضافته إلى التربة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى عدة عمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية ، فمن الناحية الفيزيائية يمكن للمبيد أن يتحرك على سطح التربة بواسطة الرياح أو الماء أو يغسل إلى أعماق التربة ويصل إلى الماء الأرضي وبالتالي تتلوث به مياه الشرب ، كما أن هناك احتمال لتطاير المبيد من سطح التربة بالحرارة مما يؤثر على طبقة الأوزون ، أما من الناحية الكيميائية فإن تحلل المبيد من الممكن أن يحوله إلى صورة أقل خطراً ، أو قد يدمص على أسطح الطين والمادة العضوية وتقل سميته . ويعد التحلل الحيوي للمبيد من أهم العوامل التي تؤثر على المبيد حيث أن الأحياء الدقيقة في تعاملها مع المبيد يمكن تقسيمها إلى مجموعتين وذلك كما يلي :-

\* المجموعة الأولى : ويمكنها أن تحلل المبيد دون استتماله كمصدر للطاقة ، ومن أمثلة ذلك تعمل بكتيريا (Hydrogenomonas) على تحلل مبيد الدي دي تي (DDT) المقاوم للتحلل إلى باراكلوفينيل حامض الخل (P.chlorophonylacetic Acid).

\* المجموعة الثانية : وتستعمل المبيد كمصدر للطاقة والكربون وبالتالي إما أن يتم تحويل المبيد من الحالة السامة إلى حالة غير سامة « إزالة السمية » كتحويل مبيد الحشائش المعروف 2,4 D بواسطة بكتيريا (Arthrobacter) إلى ٢,٤ ثنائي كلوفينول (2,4 dichlorophenol) ، كما يمكن تحويل المواد غير السامة أو قليلة السمية في المبيد إلى مبيد حقيقي سام ، ومن ذلك تحويل مبيد الحشائش (2,4 DB) إلى مبيد (2,4D) الأكثر خطورة وسمية ، أو تحريف مجال التخصص والسمية للمبيد عندما تقوم بعض الكائنات الحية الدقيقة بتحويل مبيد معين لنوع من الأحياء إلى نوع آخر مثل تحويل المبيد الفطري (Pentachlorobenzy alcohol) إلى مبيد قاتل للنباتات يسمى (Pentachlorobenzonic) .



الري ونسبة العناصر الغذائية بها ومعدلات ذوبانها (جم/لتر) في ٢٠ م° .

### تركيز العناصر بمياه الري

يعتمد تركيز العناصر بمياه الري على عدة عوامل منها نوع المحصول ، ومرحلة نموه ، وأسلوب التسميد . وقد أفادت الدراسات والتجارب الحقلية إلى أنه بالإمكان مضاعفة إنتاج المحصول بالاعتماد على أسلوب الرسمة لتأمين احتياجات النبات من العناصر الغذائية . ويوضح الجدول (٢) مقارنة بين انتاجية بعض المحاصيل الزراعية المروية (طن/هكتار) عند استخدام كل من نظام التسميد بالرسمة ، ونظام التسميد العادي . بينما يشير الجدول (٣) إلى حدود تركيز بعض العناصر الغذائية (جم/م³) في مياه الري لأنواع مختلفة من المحاصيل الزراعية .

### أهمية الرسمة للتربة الكلسية

تنتشر التربة الكلسية في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل المملكة ، وتتميز باحتوائها

نظم الري . وعلى سبيل المثال يجب عدم خلط المركبات الفوسفاتية مع المركبات التي تحتوي على عنصر الكالسيوم بسبب ترسب فوسفات الكالسيوم .

٢- قليلة الضرر للإنسان والتربة والنبات والحيوان بسبب أنه لا يدخل في تركيبها مواد سامة .

٣- التجانس والتوازن والتوافق مع احتياجات النبات الغذائية في مراحل نموه المختلفة

وتعد الأسمدة السائلة أفضل أنواع الأسمدة للإستخدام بطريقة الرسمة وخاصة إذا ما توفرت بتكلفة معتدلة ، ويستخدم العديد من المزارعين أسمدة البودرة الذوابة التي تحتوي على نسب مرتفعة من عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، ونسب متوازنة من العناصر الدقيقة (حديد ، زنك ، نحاس ، منجنيز ، بورون ، وموليبدنوم) ، وكذلك عنصر المغنيسيوم ، كما يلجأ بعض المزارعين إلى استخدام مركبات سمادية أحادية أو ثنائية عن طريق إذابتها بمياه الري وإضافتها بتركيزات تختلف حسب احتياجات النبات ومراحل نموه . ويوضح الجدول (١) أهم التركيبات السمادية التي تضاف مع مياه

النظام حالياً ويستخدمه غالبية المزارعين الذين يطبقون أسلوب الرسمة بمزارعهم .

### أهمية الرسمة

أفادت الدراسات العديدة التي تم إجراؤها في مناطق مختلفة من العالم وكذلك التي أجريت في المملكة والمناطق المجاورة لها أن إتباع أسلوب الرسمة يؤدي إلى نتائج هامة مثل زيادة إنتاجية المحصول ، وتقليل تكلفة التسميد ، والحد من احتمالات تلوث البيئة أو مصادر المياه بالأسمدة الزائدة عن حاجة النبات ، ويرجع ذلك بصفة أساس إلى عدة إيجابيات لاستخدام أسلوب الرسمة منها :-

١ - توفير جزء كبير من الأسمدة التي تفقد بالغسيل بعيداً عن منطقة إنتشار الجذور مما يؤدي إلى زيادة كفاءة التسميد .

٢ - إضافة العناصر الغذائية بمعدلات وتركيبات تناسب مرحلة نمو النبات وإحتياجاته خلال الموسم .

٣ - زيادة تجانس توزيع الأسمدة بالحقل بالإضافة إلى توفير الوقت والعمالة وإستخدام الآلات الزراعية .

٤ - توفير جزء كبير من العناصر التي تثبت بالأراضي الكلسية مثل عناصر الفوسفور والحديد والزنك والنحاس والمنجنيز كما هو الحال في أراضي المملكة والأراضي المجاورة لها .

٥ - استخدام معدلات سمادية معتدلة وإضافتها على دفعات متعددة خلال الموسم مما يقلل من حركة الأسمدة بقطاع التربة وبالتالي من احتمال حدوث تلوث المياه الجوفية .

### الأسمدة الملائمة للرسمة

هناك عدة مواصفات يجب توفرها في الأسمدة التي يتم استخدامها بنجاح في عملية الرسمة من أهمها :-

١- سرعة ذوبانها في الماء وعدم احتوائها على شوائب غير ذائبة قد تؤدي إلى إغلاق فتحات

السماد	نسبة العناصر (%)	الذوبان (جم/لتر) في ٢٠ م°
يوربا	٤٦ نيتروجين	١١٠
نترات الامونيوم	٢٤ نيتروجين	١١٩
سلفات الامونيوم	٢١ نيتروجين + ٢٤ كبريت	٧٦
نترات الكالسيوم	١٥ نيتروجين + ٢٦ أكسيد كالسيوم	٢٤٠
أحادي فوسفات الامونيوم	١٢ نيتروجين + ٦١ أكسيد فوسفور	٢٨
ثنائي فوسفات الامونيوم	٢١ نيتروجين + ٥٢ أكسيد فوسفور	٦٠
نترات البوتاسيوم	١٢ نيتروجين + ٤٥ أكسيد بوتاس	٢٢
سلفات البوتاسيوم	٥٠ أكسيد بوتاس + ١٨ كبريت	١١
فوسفات مغنسيوم	١٦ أكسيد مغنسيوم + ١٢ كبريت	٧٠
فوسفات بوتاسيوم	٥٢ أكسيد فوسفور + ٢٤ أكسيد بوتاس	٢٢
اسمدة سائلة		انتشار فوري بأي نسبة

● جدول (١) أهم أنواع الأسمدة ونسبة العناصر الغذائية بها ومعدلات ذوبانها .

احتمال تلوث الطبقات العميقة أو مخزون المياه الجوفية . أما عند إضافة النيتروجين بطريقة الرسمدة من خلال نظام الري على دفعات متعددة في الموسم وبتراكيزات منخفضة في كل دفعة فإنه يمكن تأمين هذا العنصر للنبات بشكل مستمر خلال الموسم، وتوفير كميات الأسمدة النيتروجينية المستخدمة ، والحد من التلوث ، ويتبع هذا النظام على نطاق واسع بالمملكة خاصة بالنسبة لسماذ اليروربا .

### ● الفوسفور

تتعدم - تقريباً - حركة الفوسفور بالتربة الكسفة ذات الرقم الهيدروجيني ( pH ) المرتفع بسبب ترسبه في صورة فوسفات الكالسيوم غير ميسرة الإمتصاص بوساطة النبات ، وقد أشارت الدراسات أن نسبة امتصاص الأسمدة الحبيبية الفوسفاتية المضافة للتربة الكسفة بوساطة النبات لا تزيد عن ٢٠٪ .

ولزيادة نسبة إستفادة النبات من السماذ الفوسفاتي فإنه يتم وضع الأسمدة بجوار الجذور التي تفرز إضافة إلى ثاني أكسيد الكربون أحماض عضوية مختلفة (أحماض أمينية وفينولات ... إلخ ) مما يؤدي إلى إذابة فوسفات الكالسيوم وتحويلها إلى شكل قابل للإمتصاص بوساطة جذور النبات ، هذا وقد أثبتت التجارب أن عنصر الفوسفور المضاف من خلال نظام الرسمدة يتحرك بالأراضي خفيفة القوام ( رملية ، ورملية - طميية ) مع مياه الري حتى عمق يتراوح بين ١٠ إلى ٢٠ سم وبذلك يتوفر باستمرار وبتراكيزات مناسبة بمنطقة إنتشار الجذور خلال الموسم . ولذا يتبع العديد من المزارعين بالمملكة أسلوب الرسمدة لإضافة الأسمدة الفوسفاتية السائلة . مما يقلل من إضافة الأسمدة الفوسفاتية الحبيبية بنسبة تصل إلى ٥٠٪ .

### ● البوتاسيوم

يتوفر البوتاسيوم بكميات جيدة كجزء من معادن التربة بمعظم أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ، إلا أنه مع إستمرار التكثيف الزراعي وزيادة الإنتاجية ينخفض

المحصول	رسمدة (طن/هكتار)	تسميد عادي (طن/هكتار)
بطاطس	٦٢	٢٧
جزر	٥٤	٤٢
طماطم (بيوت محمية)	٣٠٠	١٢٠
طماطم (حقول مفتوحة)	١٨٠	٥٥
خيار (بيوت محمية)	٢٨٠	١٣٥
بطيخ أحمر	١١٥	٦٠

\* المصدر: Papadopoulos, 1991. Fertigation in Cyprus and some other countries of the near East region. ● جدول (٢) إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بالرسمدة ، و التسميد العادي .

المحصول	نيتروجين (N)	فوسفور (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	بوتاس (K <sub>2</sub> O)
خيار	٢٠٠ - ١٥٠	١٢٠ - ٧٠	٢٢٥ - ٢٠٠
باذنجان	١٧٠ - ١٣٠	١٤٠ - ١٢٠	٢٢٥ - ٢٠٠
فلفل	١٧٠ - ١٣٠	١٢٠ - ٧٠	٢٢٥ - ٢٠٠
طماطم	١٨٠ - ١٥٠	١٢٠ - ٧٠	٢٢٥ - ٢٢٥
بطاطس	١٥٠ - ١٣٠	١٢٠ - ٧٠	٢٥٠ - ١٥٠
لوبيا	١٢٠ - ٨٠	١٢٠ - ٧٠	٢٢٥ - ٢٠٠
فراولة	١٠٠ - ٨٠	١٢٠ - ٧٠	٢٢٥ - ٢٠٠
خس	١٠٠	١٢٠ - ٧٠	٢٠٠
برتقال شموطي	٣٥	١٥ - ١٠	١٥ - ١٠
موز	١٥	-	٦٠
قطن	٦٠ - ٤٠	٧٠ - ٥٠	١٢٥
دوار الشمس	٦٠ - ٤٠	٧٠ - ٥٠	١٢٥

\* المصدر السابق

● جدول (٣) تركيز بعض العناصر الغذائية (جم/م<sup>٣</sup>) لمحاصيل مختلفة .

### ● النيتروجين

يتوفر عنصر النيتروجين الهام والأساس للنبات بنسبة منخفضة جداً بأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ، لذا يلجأ المزارع إلى إضافته بكميات كبيرة لجميع المحاصيل ، والخضروات وأشجار الفاكهة ، وسواء أضيف هذا العنصر على شكل يوريا أو أمونيا فإنه يتحول بفعل الأحياء الدقيقة الموجودة بالتربة إلى نترات ( NO<sub>3</sub> ) ، وحيث أن شحنة التربة - بشكل عام - سالبة أيضاً فإن عنصر النيتروجين إذا لم يتم امتصاصه بوساطة جذور النبات فإنه يتحرك بسهولة مع محلول التربة خاصة إذا ما أضيف بمعدلات عالية مرة أو مرتين خلال الموسم الواحد مما يؤدي إلى

على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم إلا أنها تقتصر إلى عناصر أخرى مثل الفوسفور والمغنيسيوم والكالسيوم حيث أنها توجد في صورة غير ميسرة للنبات بسبب ارتفاع الرقم الهيدروجيني للتربة الذي يؤدي أيضاً إلى انخفاض تركيز عنصر النيتروجين بها . وفضلاً عن ذلك فإن الطرق العادية لإضافة هذه العناصر إلى التربة في صورة أسمدة قد لا تجدى بسبب تثبيتها لعناصر الفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم ، أو فقدها لعنصر النيتروجين ، ولذا تعد طريقة الرسمدة هي الطريقة المثلى للاستفادة من هذه العناصر في صورة ميسرة ( ذائبة ) للنبات . وفيما يلي توضيحاً لتأثير إضافة هذه العناصر للتربة الكسفة .



البودرة الذوابة بنفس الشركة عام ١٩٩١ م . وقد باشر مصنع ابن البيطار التابع للشركة السعودية للصناعات الأساسية ( سابك ) إنتاج المركب السائل ١٠ - ٣٤ - صفر - النسبة المثوية لتركيز عناصر النيتروجين ( N ) والفوسفور ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ) ، والبوتاسيوم ( K<sub>2</sub>O ) على التوالي - عام ١٩٩١ م ، مما شجع عددا من المستثمرين لإنشاء مصانع أخرى لإنتاج الأسمدة السائلة والمعلقة ، وهكذا أصبحت للمصانع المحلية القدرة الإنتاجية لتغطية احتياجات السوق المحلي من تلك الأسمدة . وقد كان للنتائج الإيجابية للتجارب والملاحظات الحقلية العديدة على الأسمدة السائلة ذات الأساس الحامضي حافزا لإستخدامها بكثرة حيث أنها تتميز بما يلي :-

- ١ - إمكانية توفير حوالي ٢٠٠ ريال /هكتار من تكلفة تسميد محاصيل القمح والشعير والبرسيم وبنفس الوقت زيادة الإنتاجية في أغلبية التجارب .
- ٢ - إمكانية خفض معدل التسميد الإجمالي بحوالي ٣٠٪ / والمحافظة على نفس معدل الإنتاجية العالية .
- ٣ - زيادة تجانس توزيع السماد بالحقل مما يؤدي إلى زيادة تجانس نمو المحصول .
- ٤ - الإقلال من استخدام الآلات الزراعية والعمالة المستخدمة لإضافة الأسمدة .

٥ - إضافة الأسمدة النيتروجينية على عدة دفعات خلال الموسم من خلال نظام الرسمة الأمر الذي يحد من غسلها من قطاع التربة ويؤمن توفرها للنبات باستمرار مما يزيد من كفاءة التسميد ، ويقلل من احتمال تلوث مياه المصارف والمخزون المائي الجوي .

٦ - إستخدام الأسمدة الحامضية الفوسفاتية السائلة وإضافتها على دفعات بالرسمة يؤدي لخفض معدلات إستخدام الأسمدة الفوسفاتية الصلبة بنسبة تصل إلى ٥٠٪ وغالباً يغني نهائياً عن إضافة أسمدة العناصر الدقيقة .

والمغنيسيوم في صورة كربونات وبيكربونات وكلوريدات وكبريتات . كما يؤدي الجفاف وإرتفاع الحرارة إلى تقليل الغسيل وزيادة الترسبات الكلسية بالتربة مما يجعل أراضي هذه المناطق قلوية ذات رقم هيدروجيني ( pH ) مرتفع ، وكلسية (جيرية ) في نفس الوقت ، وتنتمي غالبية الأراضي الزراعية بالمنطقة إلى القوام الرمي أو الطمي ، ولذا يمكن وصفها بأنها أراضي ذات قوام متوسط إلى خشن .

ويعتمد أسلوب الزراعة بالملكة بصفة أساس على نظام الري ، وقد تم خلال العقدين الأخيرين حفر العديد من الآبار وتم تركيب ما يزيد على ٢٥ ألف نظام ري محوري مما رفع المساحة المروية بالملكة إلى أكثر من مليون هكتار ، وقد رافق هذا التطور الكبير في أساليب الري تطوراً موازياً في أساليب التسميد وأنواع الأسمدة المستخدمة ، وبدأ المزارعون منذ حوالي ١٥ عاماً بإضافة اليوريا مع مياه الري بسبب مالمسوه من فوائد لهذا الأسلوب من التسميد وسهولة تطبيقه مما أدى إلى إنتشار إضافة الأسمدة السائلة والمعلقة وأسمدة البودرة الذوابة بنفس الأسلوب ، ويقدر - حالياً - ما يضاف من الأسمدة مع مياه الري بإستخدام أسلوب الرسمة بحوالي ٥٠٪ من الأسمدة المستخدمة بالزراعة

### ● إنتاج الأسمدة السائلة بالملكة

قام عدد من المزارعين بإستثمار أموالاً طائلة في أنظمة ري متقدمة ومتطورة وعلى مساحة واسعة ، وكان من الطبيعي أن يواكب التطور الكبير الذي شهده القطاع الزراعي تطوراً مماثلاً له في القطاع الصناعي ليؤمن للمزارعين احتياجاتهم من الأسمدة الصالحة لإضافتها من خلال أنظمة الرسمة ، وبأسعار مناسبة ، وقد تم تركيب أول خط لإنتاج الأسمدة السائلة بالملكة العربية السعودية في مصنع الشركة الوطنية لصناعة الأسمدة الكيمائية ( نافكو ) بالرياض عام ١٩٨٩ م ، وتبعه تركيب خط إنتاج أسمدة

تركيزه بالتربة ولذا تصبح هناك ضرورة للتسميد بالأسمدة البوتاسية للحصول على إنتاجية عالية .

وباتباع أسلوب الرسمة في إضافة عنصر البوتاسيوم فإنه يمكن توفيره خلال الموسم بمنطقة إنتشار الجذور بشكل قابل للإمتصاص ، وبتراكيزات تتلائم مع مرحلة نمو النبات ودرجة إحتياجه لهذا العنصر .

### ● العناصر الصغرى

على الرغم من وجود كميات كبيرة من العناصر الصغرى ( Microelements ) مثل الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز بالأراضي الكلسية إلا أن ترسبها في بيورة غير ذائبة يؤدي إلى ضعف احتمالية امتصاصها وبالتالي لا يستطيع النبات الإستفادة من المخزون الكبير المتوفر بالتربة من مثل هذه العناصر ، ولذا يضطر المزارعون إضافة العناصر الصغرى خاصة عنصرى الحديد والمنجنيز على شكل أسمدة خاصة إلا أنها مكلفة . ولتأمين تجانس إضافة العناصر الصغرى إلى التربة يجب إضافتها من خلال أسلوب الرسمة خاصة وأن الكميات التي تضاف منها لا تتعدى بضعة كيلو جرامات للهكتار . وتجدر الإشارة إلى أن إضافة الأسمدة الحامضية مع مياه الري خلال الموسم يؤدي إلى تحرير جزء من المخزون المتوفر بالتربة من العناصر الصغرى وتحويله إلى شكل ممتص مما يقلل من الكميات اللازمة من أسمدة العناصر الصغرى أو يغني عن إضافتها بشكل نهائي.

### تقنية الرسمة بالملكة

تعد أراضي المملكة بصفة عامة صحراء مدارية وشبه مدارية ، وتتصف معظم مناطقها بالجفاف وقلة الأمطار ، كذلك فإن البخر الناتج عن انخفاض نسبة الرطوبة (الجفاف) وإرتفاع درجة الحرارة يكون أعلى من كميات الأمطار الساقطة مما يؤدي إلى تراكم رواسب في قطاع التربة تحتوي على كميات مرتفعة من الكالسيوم

# تقييم الأراضي

د. كمال الفاضل



تقييم الأراضي هو التعبير عن صلاحية قطعة من الأرض لنوع معين من الاستعمال. ويدخل في هذا المعنى تصنيف صلاحية الأراضي، وتصنيف القدرة الانتاجية للأراضي، وتصنيف إمكانية استعمال الأراضي، وتصنيف القدرة الإنتاجية للتربة، وتقييم مظاهر سطح الأرض. وهناك أنواع مختلفة لتقييم الأراضي منها التقييم لأغراض زراعية وأخرى هندسية وغيرها.

بالاقسام، فمثلاً يعبر ٢م عن أراضي القسم الثاني بسبب الملوحة (م = ملوحة).

يعد هذا النظام التابع لوزارة الزراعة الأمريكية النظام الأكثر انتشاراً واستعمالاً، ويعنى هذا النظام بتقييم الأراضي وتجميعها حسب مقدرتها الإنتاجية للمحاصيل المعروفة والنباتات المستديمة للرعي والغابات دون تدهور الأرض لفترة طويلة من الوقت مع توضيح العوائق إن وجدت. يشمل هذا النظام استغلال الأرض للزراعة عموماً من غير استعمالات خاصة تتطلب حالة أو معاملة بعينها.

يعرف نظام التصنيف نوعاً واحداً من التقييم هو تقييم للحالة الكامنة للتربة بعد عمل كل الإستصلاحات الممكنة اقتصادياً كالري والصرف وغسل الأملاح الزائدة وإزالة الحجارة. أما في حالة الترب التي ليست بها عوائق تذكر أو تلك التي بها عوائق غير قابلة للعلاج من الناحية الاقتصادية في الوقت الحاضر فيتم تقييمها على أساس وضعها الراهن.

يحتوي هذا النظام على ثلاثة مستويات للتصنيف هي الأقسام وتحت الأقسام والوحدات التي تتدرج تعريفاتها من العموميات إلى التفصيل، وتعد تعريفات الأقسام وتحت الأقسام محددة في حين أن

اقتصاديّاً لتصنيف الأراضي لأغراض التنمية الزراعية المروية حيث يتم حصر الأراضي في أقسام تعكس قدرة الأرض على إعاشة أسرة الفلاح وتغطية تكلفة مياه الري.

بني هذا النظام على أسس عامة محددة تحكم عملية اختيار الأراضي للري. وتعرف هذه الأسس بأنها أطر للتوقعات وللمضاهاة الاقتصادية وتحليل الزراعة تحت نظام الري والعوامل الثابتة والمتغيرة.

يتكون الهيكل التصنيفي لهذا النظام من مستويين هما الأقسام وتحت الأقسام.

## ● الأقسام

تقوم أقسام الصلاحية في هذا النظام على اقتصاديات الانتاج، وهناك ستة أقسام للصلاحية في هذا النظام، أربعة منها صالحة للزراعة المروية وقسم صالح بصفة مؤقتة وآخر غير صالح، غير أن عدد الأقسام في أي دراسة يتوقف على طبيعة منطقة الدراسة وعلى أية متطلبات أخرى تفرضها أهداف تلك الدراسة.

## ● تحت الأقسام

وضع مستوى تحت الأقسام لتوضيح المعوقات التي يرمز لها بحروف تلحق

يتناول هذا المقال التقييم الزراعي بهدف تحديد صلاحية الأرض لإنتاج المحاصيل المتنوعة، ومعرفة المعوقات، ووسائل علاجها، واختيار البدائل المناسبة للإستعمال.

من أهم أهداف تقييم صلاحية الأراضي هو تحديد متطلبات أنماط الاستغلال الزراعي بالإضافة إلى معلومات حصر خواص التربة المورفولوجية والمختبرية والبيئية واختيار أحد نظم التقييم السائدة.

هناك طرق عديدة لتصنيف الأراضي تم تطويرها في مختلف الاقطار. وقد وردت معظم هذه الطرق باختصار في نشرة منظمة الأغذية والزراعة العالمية لعام ١٩٧٤م.

ومن أشهر الأنظمة لتصنيف الأراضي نظام هيئة استصلاح الأراضي ونظام تصنيف القدرة الانتاجية للأراضي - كلاهما نظامان أمريكيان - ونظام منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). وفيما يلي موجز عن هذه الأنظمة.

يعد نظام تصنيف صلاحية الأراضي للزراعة المروية الذي أعدته هيئة استصلاح الأراضي الأمريكية نظاماً



نظام تصنيف القدرة الإنتاجية للأراضي	نظام هيئة إستصلاح الأراضي	قسم صلاحية الأرض
أراضي ذات قدرات إنتاجية عالية جداً لمجموعة كبيرة من المحاصيل .	أراضي عالية الصلاحية للزراعة المروية .	١
أراضي ذات قدرات إنتاجية عالية .	أراضي متوسطة الصلاحية للزراعة المروية .	٢
أراضي ذات قدرات إنتاجية متوسطة .	أراضي هامشية الصلاحية للزراعة المروية .	٣
أراضي ذات قدرات إنتاجية محدودة .	أراضي محدودة الصلاحية للزراعة المروية أو ذات إستعمال خاص .	٤
أراضي غير صالحة للزراعة عموماً . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية .	أراضي غير صالحة للزراعة المروية في حالتها الرامنة .	٥
أراضي غير صالحة للزراعة وبها عوائق صعبة . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية .	أراضي غير صالحة للزراعة المروية بصفة مستمرة .	٦
أراضي غير صالحة للزراعة وبها عوائق صعبة جداً . ويمكن إستغلالها في الرعي والغابات والحيوانات البرية .	—	٧
أراضي غير صالحة للزراعة ويمكن إستعمالها فقط لأغراض الرفاهية وكمتنج للحيوانات البرية .	—	٨

● جدول (١) مقارنة نظامي تصنيف الأراضي الأمريكية .

جدول (١) ، ويلاحظ من الجدول أن صلاحية الأراضي للزراعة المروية في نظام هيئة إستصلاح الأراضي وللزراعة الآلية في نظام القدرة الإنتاجية للأراضي محصورة في الأقسام من ١ إلى ٤ في كلا النظامين . من جانب آخر يرتبط عدم الصلاحية في نظام الهيئة بالقسمين ٥ ، ٦ ، وفي نظام القدرة في الأقسام من ٥ إلى ٨ .

يعرف تقييم الأراضي في نظام (الفار) بأنه عملية تجميع وتفسير لعوامل الموارد الطبيعية التي تشمل التربة والمناخ والنباتات وغيرها ، وذلك بغرض تحديد أوجه إستغلال الأرض الواعدة والبديلة والمقارنة بينها . وضع هذا النظام في الإعتبار تصنيف الأرض لأنماط إستغلال محددة في حالة وجود محسنات فلاحية أو عدمها .

يعتمد الهيكل التصنيفي لصلاحية الأراضي في نظام (الفار) نفس مستويات التصنيف للنظام الأمريكي وهي القسم وتحت القسم والوحدة — بالإضافة إلى الرتبة التي تمثل أعلى المستويات في الهيكل ،

بدرجة متماثلة فتوضع الرموز لتحت الأقسام على حسب الأفضلية التالية : (s) ثم (w) ثم (e) وأحياناً يمكن كتابة رمزين للعوائق بغرض الإستعمال المحلي بحيث يكتب العائق السائد أولاً ويوضع رمز العائق المناخي إذا لم يوجد عائق آخر لتعريف تحت القسم . مما يجدر ذكره أن أراضي القسم الأول ليس لها تحت أقسام .

### ● وحدات الصلاحية

وحدات صلاحية الأرض هي تقسيمات لتحت الأقسام (أو للقسم الأول) تضم الأراضي المتشابهة في صلاحيتها للزراعة ، وفي متطلباتها الفلاحية ، وصالحة لنفس التركيبة المحصولية ، ولها قدرات إنتاجية متقاربة بحيث لا يزيد الفارق الإنتاجي بينها عن ٢٥ في المائة إذا وضعت تحت نفس المعادلة الفلاحية .

يرمز إلى وحدات الصلاحية بإرقام عربية توضع بين قوسين . وترقم الوحدات حسب التسلسل الزمني أثناء الحصر أو حسب المساحات بدءاً بأكبرها .

تُعرف الأقسام حسب نظامي التصنيف المذكورين في المقارنة الموضحة في

تعريف الوحدات يعد مرناً إلى حد ما .

### ● الأقسام

تعد الأقسام هي المستوى التصنيفي الأوسع لتجميع الترب وهي معيار لقدرة التربة على الإنتاج المستمر لأكبر عدد من المحاصيل تحده درجة العوائق .

يلاحظ أن الترب ذات الصلاحية الأعلى تحسوي على الحد الأدنى من عوائق الإستغلال الزراعي ، وعليه فهي لا تحتاج إلى مجهود كبير للحصول على معدلات إنتاج عالية لمحاصيل كثيرة ودون أية مشكلة في الصرف لهذه الترب . وبالمقارنة فإن الترب ذات الصلاحية المنخفضة تزيد فيها نسبة العوائق للزراعة ، كما يزيد الجهد المبذول فيها للحصول على إنتاجية عالية ، وفي نفس الوقت ينقص عدد المحاصيل التي يمكن أن تزرع عليها . يفهم ضمناً من هذا التصنيف تقدير درجات الصلاحية تحت معاملات فلاحية متميزة حيث تستجيب أراضي الدرجات الصالحة لهذه المعاملات بصورة أفضل من أراضي الدرجات الأدنى صلاحية .

يشمل هذا النظام ثمانية أقسام — يرمز لها بأرقام رومانية — الأربعة الأولى منها صالحة للزراعة المحاصيل والمراعي والغابات ، أما الخامس والسادس والسابع فتعد صالحة فقط للمراعي والغابات ، بينما تعد أراضي القسم الثامن غير صالحة للزراعة .

### ● تحت الأقسام

تحت الأقسام لصلاحية الأراضي هي تقسيمات للأقسام وتضم الأراضي ذات العوائق المتماثلة للإنتاج الزراعي . وهناك أربعة عوائق تم تحديدها لتعريف تحت الأقسام —

● خطورة التعرية : ويرمز لها بحرف (e) المأخوذة من أول كلمة (erosion) .

● الببل المفرط : بسبب رداءة الصرف وارتفاع مستوى الماء الجوفي أو الغمر ويرمز لها بحرف (w) المأخوذة من أول كلمة (wet) .

● محدودات طبقة نمو الجذور : وذلك بسبب العمق المؤثر للتربة وقوام التربة والخصوبة الطبيعية والملوحة أو القلوية .. الخ ، ويرمز لها بحرف (s) المأخوذة من أول كلمة (Soil) .

● عدم ملائمة المناخ : ويرمز لها بحرف (c) المأخوذة من أول كلمة (Climate) .

يوضع — عادة — رمز العائق السائد فقط ، إما إذا كان هناك نوعان من العوائق

حدة ، وذلك بتقدير معدلات الصلاحية حسب مستوى المحددات ومن ثم الوصول إلى معامل نهائي بضرب هذه التقديرات الفردية لكل خاصية أو صفة في بعضها البعض . مثلاً إذا كان هذا المعامل النهائي ٦٥ فإن درجة صلاحية هذه الوحدة الأرضية لذلك المحصول تصبح من الدرجة الثانية مضاهاة بمقياس الصلاحية الآتي :-

ص ١ = ١٠٠ إلى ٧٥٪  
ص ٢ = ٧٥ إلى ٥٠٪  
ص ٣ = ٥٠ إلى ٢٥٪  
غ ص = ٢٥ إلى صفر

هناك ضوابط تراعى عند هذا التطبيق وهي :

- أن تختصر عدد الخواص والصفات إلى أدنى حد ممكن .

- أن يكون عمق الأرض الذي يحسب عليه معدل التقييم محدداً لكل نمط إستغلال على حدة .

- أن تكون الخواص والصفات الأهم في مقياس تقدير أوسع (١٠٠ - ٢٠) والأقل أهمية في مقياس أضيق (١٠٠ - ٦٠) .

- أن يؤخذ بالمتوسط الوزني إذا كان الاعتقاد أن كل أفاق قطاعات التربة متشابهة الأهمية بالنسبة لنمط إستغلال معين وإلا يعطى معامل تفاضلياً .

- المعوقات هي الخواص أو الصفات التي لها أقل تقدير .

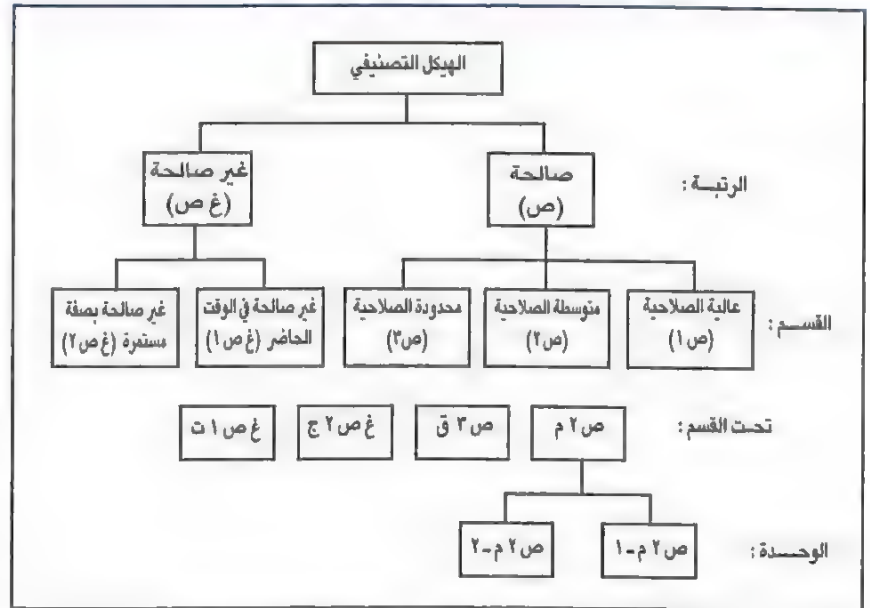


لتحديد صلاحية مناطق الحصر للزراعة المروية بالمملكة تم إجراء تقييم الأراضي حيث قيمت جميع الأراضي من حيث صلاحيتها للزراعة المروية بحسب قدرتها الكامنة .

#### ● أنماط استغلال الأراضي المناسبة

بعد الأخذ في الاعتبار الهدف المباشر للحصر فقد تم تقييم الأراضي للزراعة المروية فقط بحيث قسمت إلى ستة أنماط استغلال للأراضي (ن أ ض) وهي المتبعة بصفة شائعة:-

ولقد تمت التفرقة بين أنماط استغلال الأراضي على أساس المحصول ، طريقة الري ، درجة الميكنة للعمليات الزراعية ، مساحة المزرعة ، حجم رأس المال،



● شكل (٢) الهيكل التصنيفي لتقييم الأراضي حسب نظام الفاو .

شكل (١) ، وفيما يلي بيان مختصر لهذه المستويات:-

#### ● خواص وصفات الأرض

تشمل خواص الأرض المناخ بكل مكوناته وإنحدار سطح الأرض والغمر والصرف والقوام والبناء والحجارة والعمق لقطاع التربة ونسبة الجير والجبس والخصوبة الطبيعية (السعة التبادلية الكاتيونية والتشبع القلوي والكربون العضوي) إضافة إلى الملوحة والصودية . أما صفات الأرض فتشمل توفر الماء والهواء والغذاء وغياب الملوحة والصودية ودرجة الحرارة المطلوبة والمقاومة ضد التعرية والانجراف والقدرة على تخطيط المزارع والقدرة الكامنة في الأرض لإجراء العمليات الزراعية . وهناك علاقة متداخلة بين خواص الأرض وصفاتها حيث أن الصفات قد تحتوي على واحد أو أكثر من الخواص ، ويفترض أن تكون نتيجة تقييم الأرض لأي منهما مماثلة للآخرى .

#### ● أنماط استغلال الأرض

تتضمن هذه الأنماط المنتج وطبيعة إدارته . ويشمل المنتج المحاصيل المختلفة (سنوية كالقمح أو مزمنة كأشجار الفاكهة) والرعي والغابات (طبيعية أو مروية) . وتتضمن إدارة المنتج في مساحة المزارع (صغيرة ومتوسطة وكبيرة) وميكنة المزارع (بمستوياتها المتباينة بما في ذلك الأعمال اليدوية) ومستوى تقنية الفلاحة (بدائية

ومتطورة) إضافة إلى توفر العمالة (موسمية ومستديمة) وتوفر رأس المال (منخفض ومتوسط وكبير) . يلاحظ أن كل هذه العوامل تؤثر بشكل أو بآخر على مستوى الإنتاج .

#### ● درجة صلاحية الأرض

تضم موارد إستعمال الأرض المجالات الطبيعية والبشرية والمالية ، وسيتم التركيز على المجال الطبيعي وخاصة المناخ والتربة ، حيث يلاحظ أن لكل من المحاصيل الزراعية متطلبات معينة من عاملي المناخ والتربة .

تشمل المتطلبات المناخية الماء (مطري أو سطحي أو جوفي) والحرارة بما فيها الدرجة القصوى والدنيا والرطوبة النسبية والإشعاع والتبخّر . يمكن دراسة المناخ بواسطة عناصره المختلفة لتصنيف الأقاليم المناخية الزراعية مع تحديد صلاحية المناخ وعمر الموسم الزراعي للمحاصيل المتنوعة . أما متطلبات المحاصيل من مورد التربة فهي التي تتعلق بالطوبوغرافية وخواص وصفات الأرض لوحدة التربة .

وتجدر الإشارة إلى أن تحديد هذه المتطلبات المناخية والترايبية للمحاصيل المتعددة يعتمد على نتائج البحوث التطبيقية والخبرة العملية المتواصلة .

يتم تحديد درجة صلاحية وحدات الأرض بمقارنة خواص وصفات هذه الوحدات مع متطلبات أنماط الإستغلال التي يراود زراعتها على هذه الوحدات كل على



نمط استغلال الأراضي	ن ا ض ١	ن ا ض ٢	ن ا ض ٣	ن ا ض ٤	ن ا ض ٥	ن ا ض ٦
الحصول طريق الري	حبوب وأعلاف محوري	حبوب وأعلاف بالرش	حبوب وأعلاف وخضروات بالأحواض	خضروات أساساً ري بالخطوط	أشجار فاكهة ري بالأحواض	نخيل البلح ري بالأحواض أو بالخطوط أو بهما معاً
ميكنة العمليات الزراعية	آلية	آلية غالباً	آلية غالباً	آلية جزئياً	آلية جزئياً	يدوياً غالباً
مساحة المزرعة	٤٠ هكتار أو أكثر	غير محددة	غير محددة	غير محددة	غير محددة	غير محددة
حجم رأس المال	التكلفة المبدئية: مرتفعة	التكلفة المبدئية: مرتفعة	التكلفة المبدئية: متوسطة	التكلفة المبدئية: متوسطة	التكلفة المبدئية: عالية	التكلفة المبدئية: عالية
وكثافة العمال	كثافة العمال: منخفضة	كثافة العمال: متوسطة	كثافة العمال: متوسطة إلى عالية	كثافة العمال: مرتفعة	كثافة العمال: متوسطة	كثافة العمال: منخفضة
	تكاليف التشغيل: مرتفعة	تكاليف التشغيل: متوسطة	تكاليف التشغيل: مرتفعة	تكاليف التشغيل: مرتفعة	تكاليف التشغيل: مرتفعة	تكاليف التشغيل: منخفضة

● جدول (٢) الصفات المميزة الرئيسية لأنماط استغلال الأراضي (ن ا ض) .

والتي تم التعبير عن نتائجها في مستوى تحت الأقسام لصلاحية الأراضي .

بعد التعرف على معدلات الصلاحية بالنسبة لأنماط استغلال الأراضي الستة أمكن تجميع وحدات خريطة التربة المتطابقة في معدلات صلاحيتها لكي تكون وحدات أرضية . بُينت الوحدات الأرضية الصالحة للزراعة المروية ملونة على خريطة التربة وصلاحية الأراضي .

### ● الزراعة المروية

بذلت الجهود لتقديم مقترحات بخصوص بعض الوسائل العلاجية لكل نوع من العوامل المحددة . وتقدم هذه الاقتراحات على أحسن الفروض إجابات للسؤال المطروح عن كيفية تقييم عامل محدد والتغلب عليه . ولا تستلزم هذه المقترحات تخطيطاً تفصيلياً لتنفيذ وسائل

### ● تقسيم صلاحية وحدات خريطة التربة

جرت مقارنة كل خواص وحدات خريطة التربة مع متطلبات أنماط استغلال الأراضي ، ولقد واءمت في حالات قليلة فقط نوعيات الأرض الموجودة متطلبات الصلاحية العالية (ص ١) لأي من أنماط الاستغلال . وتعد ملوحة مياه الري عاملاً محدداً شائعاً يعيق من استخدام الأرض ، أما العوائق الأخرى فتشمل معدلات التسرب دون الحد الأمثل ، انخفاض مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء ، وعدم ثبات تربة السطح وتعرضها للتعرية بواسطة الرياح الشديدة . أما بالنسبة للعوامل المحددة الأخرى فقد أمكن تحديد طبيعتها ودرجتها في كل تربة ولكل نمط استغلال ، وقد أدى هذا إلى إيجاد الأساس لعملية تقييم الأراضي

وكثافة العمال ، جدول (٢) .

### ● متطلبات أنماط استغلال الأراضي

تم تحديد المتطلبات الأرضية لأنماط الستة لإستغلال الأراضي ، وذلك بدلالة حدود حرجية لخواص الأراضي مقسرة لمختلف أقسام صلاحية الأراضي . ولم تكن هذه الحدود هي نفسها لكل أنماط استغلال الأراضي حيث تختلف تبعاً لمجموعة المحاصيل ، وطريقة الري أو خواص أخرى تميز الأنماط المختلفة لإستغلال الأراضي .

كذلك تم عمل تجميعات لخواص الأراضي حسب نوعياتها ليتسنى بذلك تخصيص الدور الذي يقوم به كل منها في تحديد صلاحية الأراضي عند استغلالها في نمط محدد .

الرمز	العوامل المحددة	احتمالات التحسن	التدابير العلاجية
ج	عدم وجود حيز كاف بالتربة لنمو جذور النبات .	غير مجدية	لا توجد .
ق	مشاكل متعلقة بتهوية التربة ونتاجة عن وجود قشرة سطحية صماء .	مجدية	ري متكرر أو إضافة محسنات التربة بهدف المحافظة على بقاء السطح رطباً ، عزق الأرض .
ف	مشاكل متعلقة بتهوية التربة ونتاجة عن عدم كفاية الصرف .	مجدية محليا	انشاء المصارف حيثما أمكن .
ك	صعوبات في ميكنة العمليات الزراعية .	مجدية	إزالة الاحجار ميكانيكياً .
غ	عدم كفاية قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية من أجل امدادها في صورة ميسرة للنبات .	مجدية	تسميد متكرر ، التسميد العضوي .
م	مخاطر ملوحة التربة والنتاجة أساساً عن ملوحة مياه الري .	مجدية	زراعة اصناف نباتات ذات تحمل نسبي للملوحة ، اضافة الاحتياجات الفسيلية .
ط	مخاطر الغمر .	مجدية	الوقاية حيثما أمكن بإنشاء سدود تحويلية وقنوات لتصريف مياه السيول .
ت	مخاطر التعرية بالرياح وترسب الرمال .	مجدية	زراعة مصدات الرياح ، الإبقاء على سطح الأرض مغطى ببقايا المحاصيل .
ر	مشاكل تتعلق بإنشاء وصيانة نظم الري نتيجة لإرتفاع نسبة الجبس .	مجدية	تسوية دورية لسطح الأرض مع ترميم الإنشاءات التحويلية وقنوات الري .
خ	صعوبات في خدمة وإدارة المياه .	مجدية	تحسين معدل التسرب بإضافة محسنات التربة أو بقاء المحاصيل

● جدول (٣) المحددات الرئيسية للزراعة المروية والتدابير العلاجية المقترحة .

- ٤- تحديد متطلبات استغلال الأرض .
- ٥- مقارنة صفات الأرض مع متطلبات الاستغلال لتحديد صلاحية الأرض (باستثناء المناخ) .
- ٦- تحديد صلاحية المناخ .
- ٧- ضم صلاحية الأرض (دون المناخ) إلى صلاحية المناخ لتحديد الصلاحية الموحدة .
- نسبة لأن توفر مياه الري بالملكة (وهي في معظمها مياه جوفية) غير ثابت فقد وضع تصميم احتياطي في البرنامج يمكن بموجبه تقييم (التربة) أو تقييم (التربة - الماء) كل على حدة . يفترض التقييم للتربة فقط توفر مياه صالحة للري في حين يعتمد تقييم التربة - الماء على معلومات حقيقية عن توفر الماء ودرجة صلاحيته .
- عند إعداد الطبعة الأولى من برنامج الريزا لم تتوفر البيانات التي يمكن الاعتماد عليها عن إقتصاديات إنتاج المحاصيل وعليه فإن برنامج الريزا هو نظام تقييم للخواص الطبيعية يتناول بأهتمام أكبر أوجه الصلاحية الثابتة نسبياً كالمناخ والتربة بدلاً من العوامل المتغيرة كالأسعار ، وهو في هذا السياق نظام يحاول التركيز والعمل من خلال إعتبارات متكررة لعوائق ومخاطر جوهرية ، جدول (٥) .

متطلبات استغلال الأرض تختلف عن متطلبات الزراعة التقليدية أو المعمول بها حالياً في معظم دول العالم . استوجبت هذه الظروف الخاصة بالملكة تأسيس نظام لتقييم الأراضي منسجماً مع الاحتياجات المحلية وعوامل البيئة .

أوجد توفر أجهزة الحاسبات الآلية ذات الذاكرة الواسعة حافزاً للإستفادة من الإمكانيات الآلية ليس فقط لتخزين واسترجاع البيانات ولكن لتحديد صلاحية الأراضي لأنماط الإستغلال المحددة . ولقد أمكن تحقيق هذا الهدف المزدوج من خلال تأسيس برنامج الريزا (Automated Land Resource Evaluation in Saudi Arabia - ALREISA)

وهي كلمة تتكون من أوائل الحروف لإسم البرنامج باللغة الإنجليزية .

يتم التقييم الفعلي بواسطة هذا النظام في عدة خطوات هي :-

- ١- تحديد خواص الأرض لكل وحدة أرضية على حدة وإدخالها في جهاز الحاسب الآلي .
- ٢- استنتاج بعض خواص الأرض من أخرى معروفة .
- ٣- تجميع خواص الأرض وتحويلها لصفات .

التحسينات التي ترتبط في حقيقة الأمر بموقع معين وتختلف حسب مستوى الخدمة والإنتاجية المرجوة للمحصول . وبغض النظر عن حالة التربة فإن المعاملات الزراعية العامة التي يوصى بها للمحاصيل قد استبعدت أيضاً ، ومن الوجهة العملية فإن وسائل التحسينات سوف تكون مرتبطة ومتوائمة مع المعاملات الزراعية العامة التي يتبعها المزارع .

ويبين جدول (٣) الأنواع المختلفة للعوامل المحددة والوسائل العلاجية المتعلقة بها .

من جانب آخر قامت وزارة الزراعة والمياه بالملكة باستنباط نظام معدل لتصنيف الأراضي البور بغرض تحديد صلاحيتها للزراعة المروية ، ويرجع هذا النظام أصلاً إلى النظام الأمريكي لتقييم الأراضي للزراعة المروية وتفرعاً إلى نظام المشروع الوطني لحصر التربة وتصنيف الأراضي . تم في هذا النظام المعدل إختصار درجات الصلاحية إلى أربعة أقسام فقط ثلاثة منها صالحة والرابعة غير صالحة وذلك حسب المعايير المتبعة لخواص الأرض المختلفة ، جدول (٤) .

### ● التقييم الاقتصادي للأراضي

يدخل في هذا التقييم حساب للربح والخسارة حيث تحدد التكلفة الكلية لإنتاج محصول ما على قطعة محددة من الأرض ثم تقارن هذه التكلفة بالعائد من المنتج .

ويمكن وضع معايير لدرجة صلاحية الأرض حسب العائد من رأس المال ، كما يمكن تقدير هذا العائد بالنسبة إلى مكونات التكلفة الفردية كل على حدة .

### ● استخدام الحاسب الآلي

تعد الزراعة السائدة في المملكة ذات مستوى متخصص جداً حيث أنها تستخدم أحدث التقنيات وأعلى المدخلات ، ولذا فإن

خصائص الأراضي	حدود درجات الصلاحية			
	درجة أولى (ص ١)	درجة ثانية (ص ٢)	درجة ثالثة (ص ٣)	أراضي غير صالحة (غ ص)
الانحدار	> ٢٪	٢ - ٥٪	٥ - ١٢٪	< ١٢٪
قوام التربة	طينية	طينية	رملية	رمل خشن (جداً)
عمق التربة	< ٢٠ سم	٢٠ - ١٠٠ سم	١٠٠ - ١٠٠ سم	> ١٠٠ سم
كربونات الكالسيوم	> ١٦٪	١٦ - ٤٠٪	٤٠ - ٧٥٪	< ٧٥٪
الجبس	> ٥٪	٥ - ٢٥٪	٢٥ - ٥٠٪	< ٥٠٪

● جدول (٤) المعايير العامة لتقدير درجة صلاحية الأراضي البور للزراعة المروية بالمحاصيل الحقلية الشائعة في المملكة العربية السعودية (مختارات) .

تحت قسم الصلاحية				قسم الصلاحية		القسم النهائي	
التربة		الأرض		الأرض		صلاحية المناخ	
ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي	ري رأسي	ري سطحي
ص ٢ ب	ص ١	ص ٢ ب	ص ٢ م	ص ٢ م	ص ٢ م	ص ٢ م خ	ص ٢ م خ

- الأرض = تربة + ماء . - القسم النهائي = تربة + ماء + مناخ . - ص و م و ب و خ رموز للصلاحية والمعوقات . - ملحوظة = راجع جدول (٣) لشرح معاني الرموز.

● جدول (٥) تصنيف الأرض بواسطة الحاسب الآلي (المحصول : القمح) .





# تلوث الأراضي الزراعية

د . يوسف حسن يوسف

تلوث الأراضي الزراعية يعني فسادها المادي - سواء كان بفعل الإنسان أو غيره - عن طريق تغيير صفاتها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلباً بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات . ويمكن أن يحدث التلوث للأرض بصورة فورية أو تدريجية حسب نوع التلوث ، وصفات الأرض ، والظروف المناخية ، والعوامل الطبيعية . وعلى سبيل المثال فقد يحدث التلوث الفوري بسبب الكوارث الطبيعية من براكين وسيول وفيضانات ، بينما يحدث التلوث التدريجي من تراكم العناصر الثقيلة أو المبيدات على مدى سنين تزيد أو تقل حسب نوع الأرض ( طينية أم رملية ) حتى تصل إلى تراكيز ضارة بالبيئة .

اندفاع الصهير ( Magma ) إلى سطح الأرض إلى دفن الأراضي الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية التي لا تصلح للزراعة ، فضلاً عن الكميات الهائلة من الأبخرة والغازات التي تؤدي عند سقوطها على الأرض أو إنجرافها مع الماء إلى تلويث الأراضي الزراعية بأكاسيد وكبريتات وكلوريدات المعادن المختلفة مما يزيد من تركيز المعادن في التربة عن الحد المسموح به وبالتالي تؤدي إلى تلوثها وفسادها .

وعلى الرغم من أن الكوارث الطبيعية قد تتسبب - بقدرة الله - في تلوث الأراضي الزراعية إلا أن الإنسان يعد العامل الأساس في تلوثها خصوصاً في الآونة الأخيرة .

يحدث تلوث الأراضي الزراعية لعدة عوامل منها العوامل الطبيعية ، والنشاط البشري الذي يمثل جزء منه في إضافة الأسمدة والمبيدات ، ووسائل النقل ، ومياه الصرف الصحي ، والصناعات ، إضافة إلى نشاطات بشرية أخرى يقوم بها الإنسان مثل الرعي الجائر وقطع الأشجار وغيرها من الأنشطة التي تؤدي إلى دمار الأراضي الزراعية ، ويوضح شكل (١) مخططاً لعناصر تلوث الأراضي الزراعية وعلاقتها بأنواع التلوث ، وفيما يلي توضيح لتلك العوامل وتأثيراتها السلبية على الأراضي .

## العوامل الطبيعية

تتسبب العوامل الطبيعية - في حالات كثيرة - في تغيير صفات الأراضي الزراعية بشكل يؤثر على أدائها في إنتاج النبات . ومن أهم هذه العوامل ما يلي :-

### ● البراكين

تمثل البراكين كارثة أرضية خاصة عند حدوثها في الأراضي الزراعية حيث يؤدي

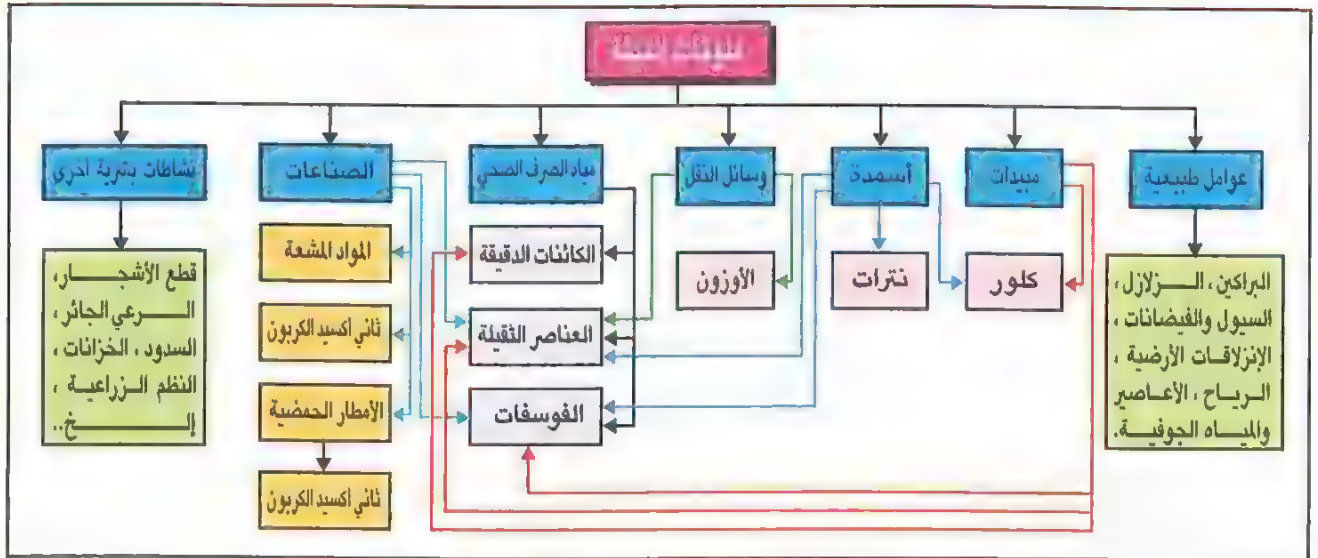
ويأخذ إصلاح ما تحدثه البراكين من خراب الأراضي الزراعية وقتاً طويلاً يقدر بملايين السنين قبل أن تقوم عوامل التعرية والتجوية بتفتيت الصخور البركانية لتكوين أجود الأراضي الزراعية مثلاً يشاهد الآن في أراضي جزر هاواي واندونيسيا والفلبين واليابان وغيرها ، غير أنه يعاب على الأراضي الزراعية ذات الأصل البركاني خاصة أراضي الرماد البركاني أنها - في أحيان كثيرة -

عالية الإدمصاص للأنيونات مثل النترات والفوسفات والكبريتات وغيرها بشكل يجعلها غير متاحة للنبات .

### ● الزلازل

تتسبب الزلازل في إفساد الأراضي الزراعية من خلال عدة عوامل من أهمها :-

- ١ - انهيار بعض المنشآت الهامة مثل السدود والخزانات والمنشآت الصناعية .
- ٢ - انهيار الصخور الكبيرة والصغيرة التي



شكل (١) عناصر تلوث الأراضي الزراعية .

عناصر ثقيلة مثل الانتيمون (Sn) والزنك . ويأتي الضرر البيئي لهذه المبيدات من أن أغلبها مركبات حلقية بطيئة التحلل ، وإحتواء بعضها على عناصر ثقيلة ذات درجة سمية عالية ، كما أن زيادة نواتج تكسرها يزيد من تركيز وتراكم

وتطايرها . كما أنها تقوم بعمليات تجوية ونقل حبيبات الصخور الرملية من الجبال والهضاب إلى الأراضي الزراعية المجاورة لها مؤدية إلى دفن المزروعات وتلفها ، كما تساعد الرياح على تكوين الكثبان الرملية التي تغطي مساحات من الأراضي الزراعية ، و ردم مصادر المياه مثل الترع والآبار وقنوات الري ، مما يؤدي إلى نقص وتبوير الأراضي الزراعية .

ومن جانب آخر تحدث الأعاصير أضراراً أكبر حجماً مما تحدثه الرياح حيث ينتج عنها هطول أمطار غزيرة تؤدي إلى حدوث فيضانات تكتسح الأراضي الزراعية وتغمرها بالماء فتتلف المزروعات كما أنها تؤدي أحياناً إلى إغراق جزر بأكملها كما حدث في أعاصير بنجلاديش عام ١٩٧٠ م .

## المبيدات

رغم النجاح الكبير الذي أحرزته المبيدات في مجال حماية المزروعات من أخطار الحشائش والحشرات والكائنات الدقيقة الممرضة للزراع . إلا أن التوسع في استخدامها وظهور سلالات جديدة مقاومة لتلك المبيدات كان له مردوداً سلبياً على الأراضي الزراعية بالنسبة للنبات والحيوان والإنسان .

تأتي المبيدات المستخدمة في الأراضي على عدة أشكال أهمها المركبات الكلورية والفسفورية والكارباماتية والمركبات العضوية الأخرى ، جدول (١) ، التي من بينها المركبات العضوية المحتوية على

تؤدي إلى انسداد مجاري الأودية و ردم الآبار ومحطات المياه ودفن التربة الزراعية . ٣ - انخفاض مستوى المياه الجوفية بشكل يجعل من العسير الحصول عليها ، أو إرتفاعها إلى الأعماق السطحية من الأرض فتؤثر على صفاتها الكيميائية والفيزيائية مثل درجة التشبع وكمية الأكسجين والعناصر الغذائية مما ينعكس سلباً على النباتات المزروعة .

٤ - فقد الأرواح والممتلكات ، وتخليف أعداد كبيرة من السكان بلا مأوى مما يؤدي إلى استقطاع جزء من الأراضي الزراعية لإقامة مساكن لهم .

## السيول والفيضانات

يتمثل الضرر الذي تحدثه السيول والفيضانات للأراضي الزراعية - بجانب القضاء على المحاصيل الزراعية - في انجراف التربة وتغدقها إضافة إلى تغير صفاتها الكيميائية والإحيائية إذا استمر غمر الماء للتربة لوقت طويل .

## الإنزلاقات الأرضية

تحدث الإنزلاقات الأرضية ضرراً للأراضي الزراعية يتمثل في انجراف التربة أو تغطيتها بمواد غير مرغوب فيها مثل الحجارة الكبيرة والحصى والرمل وغيرها من المواد المنزلة .

## الرياح والأعاصير

تحدث الرياح أضراراً بالغة بالأراضي الزراعية نتيجة اصطدامها بالأشجار والمزروعات والتي تؤدي أحياناً إلى اقتلاعها

نوع المبيد	أمثلة
كلوري	<chem>ClC1=CC=C(C=C1)C(Cl)(Cl)C2=CC=CC=C2Cl</chem> د.د.ت (D.D.T) <chem>ClC1=CC=C(C=C1)C(Cl)(Cl)C2=CC=CC=C2Cl</chem> دايلدرين
فسفوري	<chem>CC1=NC=NC(=C1)N(C)COP(=O)(OC)OC</chem> ديازينون <chem>CCOP(=O)(NC)NC</chem> ميثاميدوفوس
عضو معدني	<chem>CC(=O)OSn(C)(C)C</chem> فنتين

● جدول (١) بعض أشكال المبيدات المستخدمة في الأراضي الزراعية .



في تحليل نوع معين من المبيد يعد العامل الحاسم في عملية إزالته .

العوامل الجوية : يتأثر تراكم المبيد في التربة على حالة الجو مثل الضوء ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة والرياح ، حيث يعتمد تحليل المبيد على الضوء والحرارة اللذان يؤثران على تفاعلات الأكسدة والإختزال والتحلل المائي وغيرها من التفاعلات الكيميائية . كما أن درجة رطوبة الجو والرياح تعملان على تسريع أو إبطاء التحلل حسب نوع المبيد ونوع التأثير .

## المبيد

تضاف الأسمدة عادة لزيادة إنتاجية النبات عن طريق تعويضها لنقص العناصر الغذائية . غير أن هناك حالات كثيرة تم اكتشافها لتلوث التربة والمياه بسبب الأسمدة خصوصاً الأسمدة النيتروجينية . ويعد التلوث بالنترات ( $NO_3^-$ ) من أشهرها ، وتنبع خطورة التلوث بالنترات بسبب تحولها في النبات أو بواسطة البكتيريا إلى النترات ( $NO_2^-$ ) بتأثير إنزيم مختزل النترات ( Nitrate Reductase ) .

يعد النترات من المواد السامة للإنسان والحيوان بسبب تعطيلها لعملية نقل الأكسجين بواسطة الهيموجلوبين إلى الجسم ، كما أنها قد تتسبب في مرض السرطان وارتفاع ضغط الدم والحساسية

النبات	النترات (ملجم/كجم)	النترات (ملجم/كجم)
بنجر	٢١٢٤	٣,٣
جزر	١٨٢	١,٥
فجل	٢٦٠٠	٧,٣
خس	١٣٦١	٨,٧
سبانخ	٤٤٢	٣,٢
خيار	١٥٦	٨,٠
فاصوليا خضراء	١٥٣	٥,٣

المصدر: أحمد مدحت اسلام ( ١٩٩٠ م ) التلوث مشكلة العصر .

جدول (٣) تركيز أيوني النترات والنترات في النباتات في بيئة غنية بالأسمدة النيتروجينية .

نوع التربة	تركيز المبيد (ج.م.م)	
	التربة	الجذور
طينية	٤,٥	٠,٠٨
طينية	١,٥	٠,١٠
رملية	٠,٥	٠,١٠

المصدر: أحمد عبد الروهاب عبد الجواد ( ١٩٩٣ م ) تلوث التربة الزراعية .

جدول (٢) تركيز بقايا الديلدرين في أنواع مختلفة من التربة والجذور .

التربة مقارنة بالمساحيق التي تتوزع على جزء كبير منها ، إضافة لذلك تتيح المبيدات المضافة للبذور أو المضافة على خطوط الزراعة فرصة أكبر للتركيز في النباتات مقارنة بالأرض .

نوع التربة : تختلف الترب في درجة إدمصاصها للمبيد حيث تميل التربة الطينية ( Clayey Soils ) المحتوية على معادن ممتدة مثل معدن المونتوموريلونيت ( Montmorillonite ) إلى إدمصاص كمية أكبر من المبيد مقارنة بالتربة الطينية ( Loamy Soils ) التي يزيد إدمصاصها عن التربة الرملية ( Sandy Soils ) . جدول (٢) ، ويرجع ذلك إلى أن الترب الطينية لديها سعة تبادلية للكاتيونات ( Cation Exchange Capacity ) أكبر من التربة الطينية والتربة الرملية ، كذلك يزيد إدمصاص المبيدات بزيادة الكربون في التربة بسبب تكون مواقع شحنات سالبة ( Negatively Charged Sites ) تعمل على إدمصاص المبيد .

إضافة لذلك يتأثر تراكم المبيد بالرقم الهيدروجيني والكائنات الدقيقة وخصوبة التربة وصفاتها الكيميائية والفيزيائية . وتعد الكائنات الدقيقة من أهم العوامل المؤثرة على المبيد حيث أنها تعمل على استخدام عنصر الكربون الموجود بالمبيد كطاقة وبذلك فهي تعد المسؤولة - بقدر كبير - عن تحلله عن طريق الأكسدة أو الإختزال وغيرها من آليات التحلل . ورغم أن وجود المبيد نفسه قد يقضي على بعض الكائنات إلا أن وجود الكائنات المتخصصة

كميات الكلور والفسفور والنترات عن الحد المسموح به في البيئة الزراعية ومنها إلى النباتات ثم إلى الحيوانات والإنسان ، فضلاً عن ذلك فهي ذات تأثير سلبي على إنتاجية النبات ، كما أنها تخل بالتوازن الحيوي في التربة عن طريق القضاء على بعض الكائنات الدقيقة والكبيرة النافعة للتربة مثل البكتيريا والفطريات وغيرها . هذا بالإضافة إلى أن الاستخدام غير المرشد لها وعدم إتباع سبل الوقاية اللازمة منها أدى - على المدى الطويل - إلى تعريض الأراضي الزراعية إلى كم هائل من أنواع المبيدات وتراكمها بمختلف أسمائها ومكوناتها .

## عوامل التلوث بالمبيدات

تختلف درجة التلوث بالمبيدات حسب خواص المبيد وكميته وطريقة إضافته ، ونوع التربة ، والعوامل الجوية ، ونوع النبات ، وطرق الفلاحة المتبعة وذلك كما يلي : -

درجة ذوبان المبيد : تلعب درجة ذوبان المبيد دوراً رئيساً في مدى بقاءه في التربة حيث تميل المبيدات قليلة الذوبان في الماء إلى البقاء في التربة أطول من المبيدات كثيرة الذوبان . فعلى سبيل المثال يمكن لمبيد دي دي تي ( DDT ) أن يبقى في الأرض لمدة قد تصل إلى ٣٠ سنة بسبب أن درجة ذوبانه في الماء قليلة جداً وتبلغ ٠,٠٠١٢ جزء من مليون ( ج.م.م ) ، بينما على العكس من ذلك يمكن لمبيد الكاربوفوران في الأرض لمدة أسبوع لأن درجة ذوبانه في الماء عالية وتصل إلى ٢٥٠ ج.م.م .

كمية المبيد وحالة الأرض : حيث إنه كلما زادت كمية المبيد في الأرض كلما زادت درجة تلوينه للتربة والنبات ، كما أن طريقة إضافة المبيد - في حالة سائلة أم صلبة ، أو أضيف للأرض مباشرة أم للنبات عن طريق الرش - تلعب دوراً كبيراً في تحديد مدة بقاءه في الأرض ، حيث يقل تركيز المبيدات التي ترش بالطائرات مقارنة بطرق الإضافة الأخرى . أما إذا أضيف المبيد إلى الأرض مباشرة فإن كميته - خاصة في سطح التربة - تكون أكبر إذا تم نثره مقارنة بتعفيره مع التربة أثناء الحراثة - كذلك تميل المبيدات المحببة إلى التركيز في مناطق محددة من

وعلى الرغم من أهمية استخدام مياه الصرف الصحي والإستفادة منها كمصدر للمياه المفقودة إلا أن هناك محاذير من كثرة استخدامها تتمثل فيما تحتويه من ملوثات للأراضي الزراعية يمكن حصرها فيما يلي :-

### ● الكائنات الممرضة

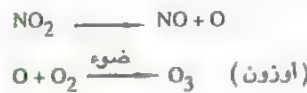
تحتوي مياه الصرف الصحي أحياناً على بعض الكائنات الدقيقة التي تسبب أمراضاً كثيرة للإنسان أهمها الديدان المعوية مثل ديدان الإسكارس ، والبكتيريا مثل بكتيريا الكوليرا والتيفوئيد ، والفيروسات مثل فيروس الكبد الوبائي . ويعتمد عدد الكائنات الممرضة على نوع المياه المستخدمة ونوع المعاملة التي خضعت لها تلك المياه .

### ● العناصر الثقيلة

تشمل العناصر الثقيلة الموجودة في مياه الصرف الصحي كل من الكاديوم والنحاس والكروم والرصاص والزنك والنيكل والارصين والألمونيوم والانتيمون والزرنيخ والمغنيسيوم والسيليونيوم ، ويختلف تركيز تلك الملوثات من منطقة لأخرى حسب الظروف المحيطة بها ، ويوضح الجدول (٤) الحد الأقصى المسموح به لتراكم بعض العناصر الثقيلة في الأراضي الزراعية لـ دول أوربية والولايات المتحدة الأمريكية وكندا ، وفي المملكة العربية السعودية تعد مياه صرف وادي حنيفة بمنطقة الرياض - حتى الآن - جيدة لعدم احتوائها على كمية كبيرة من العناصر الثقيلة رغم

تحتويها بعض أنواع الوقود لتحسين أداء المحركات .

إضافة لذلك يمكن أن يحدث تفاعل كيميائوي بين ثاني أكسيد النيتروجين المنبعث من عوادم السيارات مكوناً غاز الأوزون الذي يؤثر على إنتاجية النبات بسبب سميته العالية وذلك حسب معادلة التفاعل الآتي :-



كما أن من نواتج احتراق المواد البترولية الأخرى توجد مواد ملوثة للهواء مثل الألهيديدات والكيتونات والأحماض العضوية والنترات العضوية والمركبات المكلورة والمفلورة وغيرها ، إضافة إلى أنها يمكن أن تتساقط على الأرض مصحوبة بذررات الغبار والهباب ، فيظهر تأثيرها على النبات ، ويتراكم جزء كبير منها على التربة ليلتصق مع الماء ليلوثه أو يبقى في التربة ليتم امتصاصه مرة أخرى بواسطة النبات ومنها ينقل للحيوان والإنسان .



يمكن أن تستخدم مياه الصرف الصحي لرى بعض المحاصيل لما تحتويه من عناصر غذائية مثل النيتروجين والفسفور والبوتاس والعناصر الصغرى ومواد عضوية تعمل على تحسين الصفات الفيزيائية للتربة .

وأما أمراض أخرى ، عليه فإن الإسراف في استخدام الأسمدة النيتروجينية يعمل على زيادة تركيز أيون النترات سواء كان في مياه الشرب أم النبات التي تأخذ طريقها إلى السلسلة الغذائية للحيوان والإنسان لتحداث التسمم . ويوضح الجدول (٣) تركيز أيوني النترات والنترات في بعض الخضروات التي تم زراعتها في بيئة ذات تركيز عال من الأسمدة النيتروجينية .

إضافة لما تم ذكره لا يمكن إنكار الدور الذي يلعبه التلوث بالأسمدة في تلح التربة ، وبالتالي تدني إنتاجية الأرض من المحاصيل المختلفة ، عليه لابد من التنبيه إلى ضرورة التعامل مع الأسمدة بحذر شديد بحيث لا تزيد عن الجرعات المسموح بها للمحصول المعين وفي الوقت المعين وضرورة قياس المتبقي منها في التربة والمياه بحيث لا تتجاوز الحد المسموح به .

## وسائل النقل

تعد وسائل النقل المختلفة ذات أثر فعال في تلوث الأراضي الزراعية لما ينبعث من عوادمها من نواتج إحتراق تشمل أول أكسيد الكربون الذي يتحول في التربة إلى حامض الكربونيك الضار ، وأكاسيد الكبريت التي تُكوّن أمطاراً حمضية ، وأكاسيد النيتروجين التي تعمل على زيادة ملوحة التربة ونقص إنتاجية النبات ، وعنصر الرصاص - شديد السمية على الإنسان والحيوان والنبات - الذي قد

البلد	العناصر الثقيلة (كجم/هكتار)					
	كاديوم	نحاس	كروم	رصاص	زئبق	نيكل
كندا	٤ - ٠,٨	٢٠٠ - ١٠٠	٢١٠ - ٥٠	١٠٠ - ٥٠	١,٠ - ٠,٢	٢٦ - ١٢
فرنسا	٥,٤	٢١٠	٣٦٠	٢١٠	٢,٧	٦٠
ألمانيا الغربية	٨,٤	٢١٠	٢١٠	٢١٠	٥,٧	٦٠
هولندا	٢,٠	١٢٠	١٠٠	١٠٠	٢,٠	٢٠
السويد	٠,٠٧٥	١٥	٥	١,٥	٠,٠٤	٢,٥
المملكة المتحدة	٥,٠	٢٨٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٢,٠	٧٠
الولايات المتحدة	٢٠ - ٥	٥٠٠ - ١٢٥	-	٢٠٠٠ - ٥٠٠	-	٢٠٠ - ٥٠

المصدر: Treatment and Reuse Of waste water ( 1988 ) edited by Asit K Biswas and Arar A .

● جدول (٤) الحد الأقصى المسموح لتراكم العناصر الثقيلة لدول أوربية والولايات المتحدة وكندا ، مصدر (٦) .



وتكمن خطورة المواد المشعة في أنه قد يتولد منها نواتج مشعة أخرى قد تمكث لمدة طويلة قبل أن يختفي أثرها ، إضافة لذلك قد ينجم عن بعض الصناعات انبعاث كميات كبيرة من الأبخرة والغازات السامة التي تؤدي عند تساقطها على التربة إلى تدمير البيئة النباتية والحيوانية .

## تلوث التربة

هناك عدد من النشاطات البشرية مثل قطع الأشجار والرعي الجائر والسدود والخزانات والنظم الزراعية يمكن أن تؤثر على البيئة الزراعية وذلك على النحو التالي :-

### ● قطع الأشجار والرعي الجائر

يعمل قطع الأشجار والرعي الجائر على تدهور صفات الأراضي الزراعية الفيزيائية والكيميائية والإحيائية عن طريق تعريضها لعمليات الانجراف وزحف الرمال وبسبب تأثير إزالة الجذور على تماسك التربة وكمية الكائنات الدقيقة . كما أن تأثير قطع الأشجار يمكن الإحساس به على المدى المتوسط والبعيد وذلك لتسببه في زيادة درجة حرارة الأرض مما يندرج بخطر وشيك يتمثل في ظهور ظاهرة التصحر .

### ● السدود والخزانات

رغم الفوائد التي تُحسب للسدود والخزانات مثل التحكم في مياه الأنهار والأمطار ، وتوليد الطاقة الكهربائية إلا أنه يجب الالتفات إلى ما تحدثه من أثار سلبية خاصة في حالة الخزانات الكبيرة المستخدمة لتوليد الكهرباء وحفظ المياه لوقت الحاجة ، ويتمثل ذلك في تقليل كمية الطمي الذي يصل إلى مناطق الدلتا ، وفي وجود مساحات شاسعة - خلف الخزان - مغمورة بالماء لوقت كبير الأمر الذي يفقدها صفاتها

### ● الفوسفات

يأتي تركيز الفوسفات في مياه الصرف الصحي بسبب استخدام المنظفات ، رغم أن المعادن الفوسفاتية هامة في تغذية النبات إلا أنها قد تتركز بكميات كبيرة تؤثر على البيئة ، علماً بأن جزءاً كبيراً منها يمكن إدمصاصه بوساطة التربة خصوصاً التربة الطينية القاعدية ، وقد ينجم عن كمية الفوسفات التي تفيض عن حاجة النبات تنشيط نمو الطحالب والأعشاب المائية على حساب الكائنات الأخرى مما يخل بالتوازن الإحيائي .

### ● تملح التربة

يمكن للمواد الذائبة في مياه الصرف الصحي أن تتجمع وتتركز بشكل ينتج عنه تملح التربة خاصة وإن هذه المياه غنية بالنترات ، والكبريت ، والصوديوم والكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والفسفور وغيرها .

## تلوث المياه

تشمل الصناعات التي تؤثر على الأراضي الزراعية الصناعات الكيميائية بأنواعها وصناعات التعدين والصناعات الغذائية وصناعة النسيج وغيرها ، والصناعات المرتبطة بالمفاعلات النووية حيث أن النفايات الصادرة عن تلك الصناعات سواء كانت على شكل عناصر ثقيلة ، أو مواد عضوية ، أو مواد مشعة يمكنها أن تتفاعل مع التربة لتدخل السلسلة الغذائية بداية من النبات ونهاية بالإنسان . ولا شك أن تفاعل المواد المشعة مع التربة لا يختلف عن تفاعلها مع العناصر الثقيلة ، فضلاً عن أن بعضها يبعث العديد من الإشعاعات سواء كانت بالتربة أم في النبات .

الحدود	المتغير
٧,٩ - ٧,٥	الرقم الهيدروجيني
٤,٧ - ١,٥	الأملاح (ديسي سيمنز/م)
٢٢٢٠ - ٧٧٩	نترات (ج.م.م)
٨٠ - ٨,٤	فوسفات (ج.م.م)
٥٢٢ - ١٢٩	صوديوم (ج.م.م)
١٢,٤ - ٧,٨	بوتاسيوم (ج.م.م)
٩٠ - ٥١,٧	كالسيوم (ج.م.م)
١,٢١ - ٠,٥	بورون (ج.م.م)
٢٦٥ - ١٨٢	بيكربونات (ج.م.م)
٦٠٠ - ١٩٢	كلور (ج.م.م)
٨٢٥ - ٢١٦	كبريتات (ج.م.م)

المصدر: Al Jaloud, A.A. et al ( 1993 ) Effect of waste water on Plant growth and soil Properties - Arid Soil Research and Rehabilitation Journal vol 7, No. 2, p. 173 - 179 .

### ● جدول (٥) بعض صفات مياه صرف وادي حنيفة (١٩٩٢م) .

أنها قد تتسبب في زيادة ملوحة التربة ، جدول (٥) ، (٦) .

تتحكم صفات التربة الكيميائية والفيزيائية على مدى إدمصاص العناصر الثقيلة ، حيث تميل التربة الطينية إلى إدمصاص كمية أكبر من هذه المواد مقارنة بالتربة الرملية ، واعتماداً على نوع النبات تميل النباتات التي تنمو في الأراضي الرملية إلى تركيز العناصر الثقيلة أكثر من النباتات التي تنمو في الأراضي الطينية . من جهة أخرى تميل أغلب العناصر الثقيلة إلى الذوبان في التربة الحمضية أكثر من ذوبانها في التربة القاعدية ، وعليه فإن النباتات التي تنمو في التربة الحمضية ( رقم هيدروجيني ٦,٥ ) تميل بوجه عام إلى تركيز العناصر الثقيلة في أنسجتها أكثر من التربة القاعدية .

الحدود (ج.م.م)							التركيز في
المونيوم	موليبدونوم	رصاص	نيكل	زنك	منجنيز	نحاس	
-	-	-	٠,٦ - ٠,٤	٤ - ٣	١٤,٤ - ٨	١,٩ - ١,٥	التربة
٢٤٢ - ٢٠٨	١,٨ - ١,٤	٤٦ - ١١	١٠,٨ - ٠,٧	٢٤ - ٢٢	٤٥ - ٣٧	٥,٦ - ٢,٣	الذرة الشامية

المصدر: Al Jaloud, A.A. et al ( 1995 ) Effect of waste water on Mineral Composition of Corn and Sorghum Plants. J. of Plant Nutrition, 18 (8) p. 1672 - 1692 .

### ● جدول (٦) تركيز بعض العناصر الثقيلة في التربة والذرة الشامية (منطقة وادي حنيفة) .

## نباتات محافظة النيتروجين

للنباتات عدة طرق للتكيف مع الظروف المحيطة مثل التربة الحامضية وغير الخصبة . ومن أمثلة ذلك فإن بعض النباتات تنمو ببطء وتسقط أوراقها في أوقات متفرقة لكي تحافظ على غذائها وخضرتها الدائمة . وقد اكتشف العلماء مؤخراً بعد دراسة لغابة فريدة من نوعها في شمال كاليفورنيا أنه يمكن لبعض النباتات العيش في ظروف يقل فيها عنصر النيتروجين .

عشر نظيره في التربة الخصبة . وقد دلت دراسات أخرى لمجموعة نورثب أن عديد الفينول يلتف حول النيتروجين العضوي ويمنع عملية معدنة (Mineralization) ، إلى نيتروجين غير عضوي . ويعتقد العلماء أن صنوبريات بشوب تستفيد من قدرة عديد الفينول على الالتفاف حول النيتروجين العضوي . ويفسر نورثب سبب ذلك الاعتقاد بأن كون جذر الفطر يعيش على جذور الأشجار فإن ذلك يساعده على الحصول على كمية كافية من الكربوهيدرات لينتج الإنزيمات التي تفكك مركب عديد الفينول النيتروجيني ، ليتيح للصنوبريات استخدام النيتروجين العضوي . وقد أظهرت دراسات أخرى أن النباتات التي تعيش في تربة غير خصبة تمتص كمية أكبر من النيتروجين من تلك التي تنتج عن عملية المعدنة مما دعا نورثب إلى الاعتقاد أن تلك النباتات مصادر أخرى للتغذية . وفي رأي مشابه يقول ف . ستيفارت تشابن الثالث ( F . Stewart Chapin ) من جامعة كاليفورنيا ، بيركلي أن الدراسة الجديدة تؤكد على أن النيتروجين العضوي مصدر رئيس ومباشر للنباتات التي تنمو في بيئة يقل فيها النيتروجين .

ويضيف تشابن أن دراسة حديثة أشارت إلى أنه يمكن للصنوبريات أن تؤثر كثيراً على إطلاق النيتروجين العضوي المذاب في التربة ، من خلال إنتاج عديد الفينول في الأوراق المتساقطة ، على أن تشابن يحذر من أن افتراض امتصاص النيتروجين العضوي المذاب بواسطة الصنوبريات لا يزال بحاجة إلى إثبات .

المصدر :

Science News , Sep. 23, 1995 Vol. 148, P198 .

ومثل العديد من النباتات تنتج أشجار صنوبريات بشوب ( Bishop Pines ) التي تشكل الغابة المذكورة مركبات عديد الفينول ( polyphenols ) التي يعتقد كثير من علماء البيئة أن لها دوراً في حماية النبات من الأمراض والطفيليات . ولكن الجديد في المركبات الفينولية المنتجة بواسطة صنوبريات بشوب أنه ليس لها علاقة بالوسائل الدفاعية الكيميائية المعروفة في حمايتها من الأمراض والطفيليات وأن دورها ينحصر في المحافظة على النيتروجين في هذا النوع من الصنوبريات دون غيره من النباتات الأخرى المنتجة لعديد الفينول .

قام روبرت نورثب ( Robert R. Northup ) ومجموعته من جامعة كاليفورنيا ديفيس بدراسة غابة ساحلية تعرف بالسلام البيئية حيث تنمو الأشجار قريبة من بعضها في ثلاثة أنواع من الترب : نوع قديم وعديم الخصوبة ، وآخر حامضي نوعاً ما ، وثالث خصب وقليل الحامضية . وقد وجد الباحثون في بداية العمل أن نسبة مادة عديد الفينول تزداد في أوراق الشجر تبعاً لنقص خصوبة التربة .

وفي دراستهم الأخيرة فحص نورثب وزملاؤه العلاقة بين انبعاث النيتروجين وعديد الفينول الموجود في أشواك الصنوبر المتناثرة تحت الأشجار فوجدوا أن الأشواك التي تحتوي على كميات كبيرة من عديد الفينول تحتوي في نفس الوقت على كمية أكبر من النيتروجين العضوي المذاب ( Dissolved Organic Nitrogen - DON ) ، وفي المتوسط تحتوي أقل أنواع التربة خصوبة على ضعف تركيز عديد الفينول إضافة إلى ١,٣ ضعف النيتروجين العضوي المذاب ( DON ) مقارنة بمعظم أنواع الترب الخصبة ، وفي المقابل يصل تركيز النيتروجين غير العضوي في التربة غير الخصبة إلى أقل من

الجيدة . كذلك لا يمكن إهمال الدور السلبي الذي تلعبه السدود في تغيير البيئة مثل ارتفاع مستوى المياه الجوفية في الأماكن القريبة منها ، وتغيير البيئة الزراعية بظهور الأعشاب والحشرات الضارة وغيرها .

### ● النظم الزراعية

تلعب بعض الممارسات الزراعية دوراً هاماً في تدهور صفات التربة ، وتتمثل أهم تلك الممارسات في إتباع نظم السدورات الزراعية ، وفي طرق الحراثة . فمن المعلوم أن الأرض تحتاج إلى فترات للراحة لتستعيد صفاتها الجيدة . حيث أن الزراعة المستمرة طوال السنة تعمل على تدني الخصوبة - بتدهور الصفات الكيميائية والفيزيائية والإحيائية - بسبب ما تحدثه من نقص في العناصر الغذائية ، وتراكم لبعض الملوثات مثل الملوحة والمبيدات والكائنات الدقيقة الممرضة ، ونقص الأكسجين عن طريق ترطيب التربة لوقت طويل ، وزيادة الكثافة النوعية للتربة وما يتبعها من تقليل نفاذيتها.

إضافة لذلك ، تعمل زراعة الأرض بمحصول واحد طوال السنة على تركيز بعض الطفيليات التي تعمل على تدهور الإنتاجية . ومن أمثلة ذلك ، تتسبب زراعة الأرض بالذرة الرفيعة لفترات طويلة دون ادخال محصول آخر في الدورة إلى ظهور طفيليات البودا ( Striga ) ، وهي حشائش تتغذى على جذور الذرة التي تقضي على المحصول بالمرّة . كذلك لا يوصى بزراعة الطماطم على نفس الأرض لتفادي طفيليات الهالوك .

تعمل الحراثة خصوصاً في الأراضي الرطبة - المروية أو المطرية - على تكوين طبقة صلبة في السطح فتؤثر على نفاذية المياه للتربة ، وعليه لابد من الأخذ في الاعتبار حالة الأرض ، واختيار الوقت المناسب للحراثة ، مع إختيار الآليات المناسبة لها ، وتجنب الآليات ذات الوزن الثقيل التي تعمل على ضغط التربة وإفقادها جزء كبير من مساميتها ونفاذيتها . وقد وصل تدهور الصفات الفيزيائية للتربة بسبب آليات الحراثة إلى تفكير كثير من الجهات العلمية إلى البحث عن طرق للزراعة بدون حراثة ( Zero Tillage Cultivation ) والإكتفاء فقط بالآليات خفيفة لتسوية الأرض ووضع مهاد للبذرة .



# الأراضي الملحية

د. علي بن عبد الله الجاعود

أمثلة ذلك الأراضي الملحية المنتشرة في المملكة العربية السعودية حيث يصل مجموع البخر السنوي في المناطق الداخلية (المنطقة الوسطى) إلى حوالي ٢٨٦٠ مم سنوياً مقارنة بمعدل الأمطار السنوي الذي لا يتجاوز ٨٧ مم.

## ● العوامل الجيومورفولوجية

تنتشر الأراضي الملحية عادة في أراضي البحيرات، والأنهار، والوديان الرسوبية الحديثة أو القديمة، والأراضي المنقولة، وفي الوديان العميقة بين الجبال وقد توجد في الهضاب العالية.

## تكوين الأراضي الملحية

تكثر الأراضي الملحية في المناطق الجافة وشبه الجافة قليلة المطر ومرتفعة الحرارة حيث أن قلة الأمطار وارتفاع درجة الحرارة وزيادة البخر تساعد على تكوين الأملاح وارتفاعها إلى سطح التربة عن طريق الخاصية الشعرية. كما تساعد طبوغرافية الأراضي على تكوين الأملاح حيث تتأثر الأراضي المنخفضة وغير المستوية بارتفاع نسبة الأملاح. وبصفة أساسية تعد العوامل المناخية (المناخ الجاف) الأكثر تأثيراً - مقارنة بالعوامل الجيومورفولوجية - في تكوين الأراضي الملحية، كما يؤدي ارتفاع مستوى الماء الأرضي ووجود طبقة صماء في بعض المناطق إلى تملح الأراضي الزراعية كما هو الحال في منطقة الإحساء بالمملكة العربية السعودية.

ومن جهة أخرى تتكون الأراضي القلوية من ارتفاع نسبة الصوديوم فيها بسبب استخدام مياه ري غير جيدة، وذلك إما لارتفاع نسبة الأملاح أو لعدم توازن العناصر الذائبة فيها مما يساعد على غسيل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات وزيادة تركيز عنصر الصوديوم وأملاحه في الأراضي متوسطة القوام فيحل الصوديوم القابل للتبادل محل الكالسيوم والمغنسيوم. وبصفة عامة هناك بعض العوامل التي تؤدي إلى تملح التربة وتدهورها تتمثل فيما يلي :-

- ١ - الري بمياه ذات ملوحة عالية.
- ٢ - قلة مياه الري اللازمة لاحتياجات المحصول وغسيل الأملاح من التربة ونزولها إلى منطقة أسفل الجذور.
- ٣ - وجود طبقة صماء أسفل التربة الزراعية

تعد ملوحة التربة مشكلة ذات طابع عالمي إذ لا تكاد تخلو قارة من قارات العالم من مساحات شاسعة من الأراضي الملحية والقلوية، وتكتسب هذه الأراضي اهتماماً خاصاً بدراستها لكونها عاملاً أساسياً يحد من مستوى الإنتاج الزراعي في عالم يعاني من انفجار سكاني، وتقاسي فيه شعوب كثيرة من نقص في الغذاء.



خواص الأرض وقدرة النبات على النمو حسب تركيز الأملاح فيها.

## الأراضي الملحية في العالم

تنتشر الأراضي الملحية في العالم تحت جميع الأجواء سواء كانت باردة أو معتدلة أو حارة ابتداء من المنطقة الباردة شمالاً إلى المنطقة الباردة جنوباً مروراً بخط الإستواء. ويتوقف إنتشار الأراضي الملحية بصفة أساس على نوعين من العوامل هما العوامل المناخية، والعوامل الجيومورفولوجية، ويمكن تفصيل ذلك كما يلي:

## ● العوامل المناخية

توجد الأراضي الملحية في المناطق ذات المناخ القاري أو حيث يسود الجفاف فترة طويلة من العام مما يسبب زيادة البخر في هذه الفترة وتجمع الأملاح بالأراضي. ومن

يظهر تأثير الأملاح في نقص القدرة الإنتاجية للأراضي الزراعية مما يستوجب القيام بعمليات تمهيدية تسبق عمليات الإنتاج الزراعي المعروف وذلك لخفض مستوى تركيز الأملاح حتى تستطيع المحاصيل الزراعية المختلفة النمو وإعطاء محصول جيد.

وتختلف خواص الأراضي باختلاف أنواع الأملاح وتوزيعها في القطاع الأرضي، فمثلاً أملاح الكالسيوم عند تراكمها تعطي للأرض خواصاً تختلف كل الاختلاف عن أملاح الصوديوم، وتختلف الأراضي الغنية بكربونات الصوديوم كل الاختلاف عن الأراضي الخالية منها، كما أن تركيز الأملاح بالأراضي الملحية يختلف من منطقة إلى أخرى ويتراوح بصفة عامة بين ٢،٠٪ إلى ٢٠٪ أو أكثر، ولذا تختلف

خواصاً فيزيائية وكيميائية غير مرغوبة ، فكلما زادت نسبة الصوديوم المتبادل كلما زاد تفرق الحبيبات وارتفع الرقم الهيدروجيني لها حتى يصل إلى ١٠ .

### تأثير الأملاح على النبات

اهتم الباحثون بدراسة أثر زيادة محتويات الأرض من الأملاح على النباتات التي تنمو بها لما لوحظ من انخفاض في إنتاجية المحاصيل الزراعية ، أو عدم قدرتها على النمو في هذه الأراضي .

ويمكن تقسيم أثر زيادة الملوحة ( أو القلوية ) في البيئة — على النباتات التي تنمو بها — إلى أثر غير مباشر ، وأثر مباشر ، ويمكن توضيحهما على النحو التالي : -

#### ● الأثر غير المباشر

يقصد بالأثر غير المباشر أثر زيادة الأملاح — أو القلوية — على البيئة التي ينمو بها النبات وليس على النبات نفسه مباشرة . فعندما يرتفع تركيز الأملاح في المحلول الأرضي يرتفع معه الضغط الأسموزي لهذا المحلول حسب العلاقة الرياضية التالية :-

الضغط الأسموزي =  $0.36 \times$  التوصيل الكهربائي ( ديسي سيمنز/م ) .

ويؤدي ارتفاع الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي إلى ضعف قدرة النبات على امتصاص حاجته من الماء من هذا المحلول سواء كان وقت الإنبات أو أثناء النمو . ومن أمثلة ذلك انخفاض معدل امتصاص نبات البذرة للماء إلى الثلث إذا ارتفع الضغط الأسموزي للمحلول الذي ينمو في هذا النبات من ٠.٨ ضغط جوي إلى ٤.٨ ضغط جوي . كما لاحظ كثير من الباحثين أنه بزيادة تركيز الأملاح في البيئة يقل نتج النباتات التي تنمو فيها ، ونتيجة لذلك تعد الأراضي الملحية مماثلة للأراضي التي تشكو من نقص مياه الري ( منخفضة في محتواها من المياه ) حيث تعاني النباتات النامية فيها من نقص الماء وبالتالي قلة النتج . ويشير عدد من الباحثين إلى أن الأعراض مثل النمو القصير ( التقزم ) واللون الأخضر الغامق التي تبسود على النباتات النامية في وجود تراكيز عالية من الأملاح تشبه إلى حد كبير الأعراض التي تبدو على النباتات عندما يقل الماء المتاح لها .

#### ● ملحية صودية

الأراضي الملحية الصودية (Saline Sodic) هي الأراضي التي يكون التوصيل الكهربائي لمستخلص عينة منها عند درجة التشبع أعلى من ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥م ، ويرتفع فيها الصوديوم المتبادل إلى ١٥٪ من السعة التبادلية ، ولا يزيد الرقم الهيدروجيني لها عن ٨.٥ .

ولا تختلف الأراضي الملحية الصودية عن الأراضي الملحية في أكثر خواصها ما دامت لم تغسل من الأملاح ، أما إذا تم غسلها من الأملاح الذائبة فإن خواصها تتحول إلى خواص الأراضي الصودية غير الملحية . فضلاً عن التأثير السلبي للأملاح في مثل تلك الأراضي فإن النباتات المزروعة فيها تتعرض إلى تأثير الصوديوم الضار .

#### ● صودية غير ملحية

الأراضي الصودية غير الملحية (Nonsaline Sodic) هي الأراضي التي يكون الصوديوم المتبادل فيها أكثر من ١٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية ، ويقل التوصيل الكهربائي لمستخلص عينة منها عند درجة التشبع عن ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥م ، ويتراوح الرقم الهيدروجيني لها عادة بين ٨.٥ - ١٠ . وقد تتجمع المادة العضوية الذائبة في الأرض شديدة الصودية على سطحها بوساطة البحر مما يعطي للأرض لوناً غامقاً ، ومن هذا المظهر اكتسبت هذه الأراضي اسمها القديم « القلوية السوداء - Black Alkali » ، وإضافة لذلك فإن الصوديوم المتبادل العالي الموجود في الأراضي الصودية يكسبها

درجة الملوحة (ديسي سيمنز/م)	الصلاحية
صفر - ٢	كل أنواع النباتات .
٢ - ٤	كل أنواع النباتات عدا الحساسة منها ( الفاصوليا ) .
٤ - ٨	النباتات ذات درجة المقاومة المتوسطة للأملاح ( قطن ) .
٨ - ١٦	النباتات المقاومة للأملاح فقط ( النخيل ) .
أكثر من ١٦	النباتات الملحية (Halophytes) .

● جدول (١) العلاقة بين درجة ملوحة الأراضي وصلاحيتها للزراعة .

تعوق الصرف الجيد لأرض المزرعة .  
٤ - عدم انتظام ري الأرض حيث يتم ريها بكميات مياه زائدة ثم يتبعها فترة جفاف شديدة .  
٥ - تسرب المياه من قنوات الري .  
٦ - وقوع المنطقة تحت تأثير مياه صرف خاصة - ذات مستوى ملوحة عال - بسبب ارتفاع منسوب المزارع المحيطة بها .

### تصنيف الأراضي الملحية

يعد التقسيم الأمريكي الصادر عن معمل الملوحة الأمريكي برفرسايد (US. Salinity Lab - Riverside) التقسيم الشائع للأراضي المتأثرة بالأملاح ، وفيه تقسم الأراضي على أساس تحليلها الكيميائي إلى ثلاثة أنواع هي :-

#### ● أرض ملحية

الأراضي الملحية (Saline Soils) هي الأراضي التي يبلغ التوصيل الكهربائي للمستخلص المائي لعينة التربة عند درجة التشبع أكثر من ٤ ديسي سيمنز/م عند درجة ٢٥م . وتكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل أقل من ١٥٪ من السعة التبادلية الكاتيونية ، ويقل الرقم الهيدروجيني لها عن ٨.٥ .

وتحتوي الأرض الملحية عادة على مقادير صغيرة من البوتاسيوم الذائب أو المتبادل ، أما الأنيونات الأساس فهي الكلور والكبريتات ، وفي بعض الأحيان توجد النترات والبيكربونات ، وعادة لا وجود للكربونات الذائبة ، وقد تحتوي الأراضي الملحية بجانب الأملاح الذائبة على أملاح قليلة الذوبان مثل كبريتات الكالسيوم (الجبس) وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم . وإضافة لذلك فإنه كثيراً ما يوجد على سطح هذه الأراضي قشرة من الأملاح المتبلورة . وتزيد الأملاح في الطبقات السطحية وتقل في الطبقات السفلى قبل غسلها أو استزراعها .

ولما كان الأثر الضار للأملاح هو العامل الأساس في استغلال أو دعم استغلال هذه الأراضي ، فقد تم تقسيمها إلى عدة أنواع حسب درجة ملوحتها معبراً عنها بالتوصيل الكهربائي (ديسي سيمنز/م) للمستخلص المائي لعينة منها عند درجة التشبع ، جدول (١) .



يتوقف الضرر الناتج عن تأثير عنصر الكلور على مقدار تركيزه في التربة ، فإذا كان تركيزه أقل من ١٤٠ جزء بالمليون (ج.م.م) فإنه غير ضار بالنبات ، أما عندما يتراوح تركيزه بين ١٤٠ ج.م.م إلى ٣٥٠ ج.م.م فيتوقع حدوث أثر سام على النبات ، وعندما يصل تركيزه إلى أكثر من ٣٥٠ ج.م.م فإن تأثيره يكون ضاراً وساماً لكثير من النباتات .

ويختلف تأثير عنصر الكلور على النباتات من نوع لآخر فمثلاً تعد معظم المحاصيل الحولية متوسطة التحمل لتأثيره، بينما تعد معظم أشجار الفاكهة مثل العنب حساسة له . كما تتسبب التراكيز العالية منه في إحتراق أوراقها .

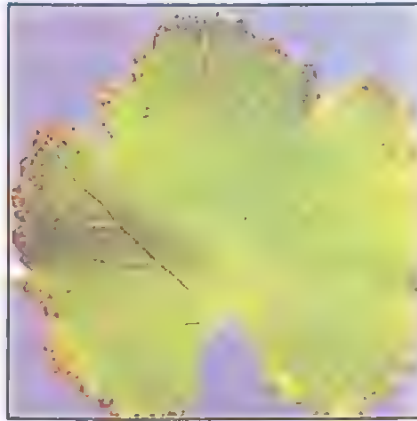
\* الصوديوم : يتجمع الصوديوم في أوراق النباتات الحساسة مثل أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق ، وعندما يصل تركيز الصوديوم إلى التركيز السام ( ٢٥ ٪ من المادة الجافة ) تبدأ الأوراق في الإحترق ثم تموت الأشجار .

ويؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل في التربة إلى إكسابها صفات فيزيائية رديئة مثل تفرق الحبيبات ، وسد المسام الكبيرة للتربة بهذه الحبيبات الدقيقة ، وبطء نفاذية الماء من سطح التربة إلى باطنها ، وسوء تهويتها ، ولذا تصبح هذه التربة بيئة غير مناسبة لنمو النبات والنشاط الحيوي سواء كان ذلك النشاط تكاثر الكائنات الأرضية الدقيقة أو نمو الجذور فيها .

ويوضح الجدول ( ٢ ) تقسيماً لبعض المحاصيل الزراعية طبقاً لدرجة مقاومتها للصوديوم المتبادل مع ذكر الأعراض التي قد تظهر عليها .

### استصلاح الأراضي الملحية

يستلزم لاستصلاح الأراضي الملحية وجعلها صالحة للزراعة ، وإنتاج محاصيل إقتصادية التخلص من كمية الأملاح الزائدة بها ، ويتم ذلك عن طريق غسل الأراضي من الأملاح وإحلال الكالسيوم محل الصوديوم المدمص ( Adsorbed ) على سطوح حبيبات الطين ، وتبنى عملية الإستصلاح بصفة أساس على معرفة مصدر الأملاح في الأراضي سواء التي لم تتم زراعتها من قبل أو التي اكتسبت ملوحة



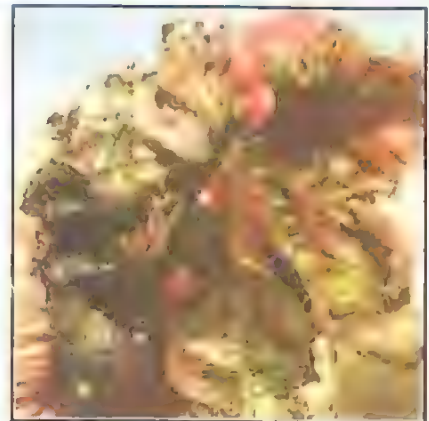
● أثر زيادة البورون .

الضغط الاسموزي ( الأثر غير المباشر ) ، ومن أمثلة ذلك تأثير العناصر التالية :-  
\* البورون : ينتشر البورون بشكل متجانس في جميع أنواع الصخور ، ويتكون في المحلول الأرضي على شكل حامض البوريك الضعيف (  $H_3BO_4$  ) وذلك بالتفاعل والتعرية المبدئية مع هيدروكسيد الألمنيوم والحديد بأعلى معامل ادمصاص في رقم هيدروجيني يتراوح بين ٧ إلى ٩ . وتعد التراكيز القليلة من البورون ( ٠.٠٢ جزء بالمليون ) في مياه الري ضرورية لنمو النبات وكافية لإمداده بما يحتاج إليه من البورون .

ويوضح الجدول (٢) تأثير تراكيز مختلفة من عنصر البورون على نمو النبات .  
\* الكلور : يعد الكلور من العناصر الأساسية اللازمة لنمو النبات ، ويحتاج إليه النبات بتركيز قليلة لأن التراكيز العالية منه تعد سامة وتؤثر على نموه ، ويوجد الكلور في معظم المياه الطبيعية ، ويعد من العناصر الذائبة التي لا تثبت بالتربة ويمكنها الحركة في مياه الصرف .

تركيز البورون (ج.م.م)	التأثير على النبات
أقل من ٥	لا يؤثر على جميع النباتات
٥ - ١	يؤثر على بعض النباتات الحساسة جداً للبورون
١ - ٢	مناسب للنباتات التي تتحمل البورون ونصف المقاومة له
٢ - ٤	مناسب فقط للمحاصيل المقاومة للبورون

● جدول (٢) تأثير تراكيز مختلفة من البورون على نمو النبات .



● أثر زيادة النترات .

ومما يدل على أن نقص نمو النبات يرجع بصفة أساس إلى ارتفاع الضغط الاسموزي لبيئة النمو هو أن المحاليل ذات الضغوط الاسموزية المتساوية ( Isosmotic Solutions ) تؤثر على نمو النبات بدرجات متساوية بغض النظر عن نوع الملح المستعمل في رفع الضغط الاسموزي . وتتخذ هذه الظاهرة للتمييز بين تأثير الضغط الاسموزي - وما ينتج عنه من ضغط قدرة النبات على امتصاص الماء - وبين التأثير النوعي للأيون ، ويتضح ذلك من الدراسة التي تمت على نمو نبات الفاصوليا حيث أشارت إلى انخفاض نموه بدرجة متساوية ومتزايدة عند استعمال محاليل ذات ضغوط أسموزية متساوية ومتزايدة من كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم ، أما عند استعمال كلوريد المغنيسيوم أو كبريتات الصوديوم وكبريتات المغنيسيوم في محاليل ذات ضغوط أسموزية مساوية للمحاليل السابقة ، فيزداد انخفاض النمو عن نظيره في الأملاح الأخرى بسبب التأثير النوعي للمغنيسيوم .

وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن النباتات الملحية تختلف عن النباتات غير الملحية في أن الأولى لا تشكو من نقص في الماء ، ويرجع ذلك إلى مقدرتها على تجميع الأملاح وتركيزها في عصيرها الخلوي مما يرفع ضغطها الاسموزي - عن الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي المالح - وبالتالي يسهل إمتصاصها للماء .

### ● الأثر المباشر

الأثر المباشر هو الأثر الناتج عن التأثير النوعي للكاتيونات والأيونات والذي يؤدي إلى إعاقة نمو النبات بدرجة أكبر من تأثير

وإذا لم يتوفر صرف طبيعي بسبب وجود طبقة صماء غير منفذة أو غيرها فيجب إقامة مصارف لخفض مستوى الماء الأرضي والذي بدوره يقلل من زيادة تركيز الأملاح في التربة . وعلى سبيل المثال فأنه عند ري القمح بمياه ري جيدة تحتوي على أملاح بتركيز ١٥٠٠ جزء بالمليون - وهي السائدة بالمملكة ومع الأخذ في الاعتبار أن الاحتياجات المائية للقمح خلال الموسم هي ٩٠٠ م<sup>٣</sup>/هكتار - فإن كمية الأملاح المضافة إلى هكتار من التربة في الموسم هي ١٢,٥ طن /هكتار موسم .

### ● الاحتياجات الغسلية

تحتوي جميع مياه الري على كمية من الأملاح الذائبة فيها ، ومع إستمرارية الري يتم تجمع الأملاح ويزيد تركيزها في التربة تبعاً لزيادة تركيزها في مياه الري ، ولذا يجب أن تضاف كمية من مياه الري تكفي لسد إحتياج النبات من البحر والنتج وغسل الأملاح من منطقة الجذور . ويشير الجدول (٤) إلى النسبة المثوية للمياه اللازم إضافتها (الاحتياجات الغسلية) مع مياه الري تبعاً لتركيز الأملاح فيها بدلالة التوصيل الكهربائي لها (ديسي سيمنز/ م) .

الاعراض	المحصول	الصوديوم المتبادل (%)	درجة المقاومة
قد تظهر أعراض التسمم من الصوديوم حتى في النسب المنخفضة في هذه الأشجار ويتأثر نموها .	الفاكهة متساقطة الأوراق ( اللوز والجوز والبندق والمالح و الأفوكادو )	٢ - ١٠	شديدة الحساسية
نمو قزمي بنسب منخفضة حتى لو كانت الخواص الفيزيائية للتربة جيدة .	البقوليات ( الفاصوليا )	١٠ - ٢٠	حساسة
نمو قزمي نتيجة اضطراب غذائي ، وخواص فيزيائية رديئة للتربة .	البرسيم والشوفان والأرز	٢٠ - ٤٠	متوسطة المقاومة
نمو قزمي يرجع عادة إلى خواص فيزيائية رديئة للتربة .	القمح و القطن والشعير و الطماطم و البنجر .	٤٠ - ٦٠	مقاومة
لا تظهر عليها أي أعراض	حشيشة القمح و حشيشة الرودس	أكثر من ٦٠	شديدة المقاومة

● جدول (٣) درجة مقاومة بعض المحاصيل للصوديوم المتبادل .

اقتصادياً مثل نبات الرغل ( الإتربلكس ) .  
٨ - إختيار محاصيل مقاومة للملوحة عند بداية الإستصلاح .  
٩ - توفير المال اللازم لعمليات الإستصلاح .

### إدارة الأراضي الملحية

تتمثل الإدارة الجيدة للأراضي الملحية في مدى الإستفادة منها والحد من تأثير ملوحتها على النباتات . وبناءً على نتائج استخدام الأراضي الملحية في الزراعة ، ودراسة تأثيراتها على النبات في مناطق مختلفة من العالم اتبع الباحثون طرقاً خاصة للحد من تأثير ملوحة الأراضي على النبات تتمثل فيما يلي :-

### ● صرف جيد

يؤدي عدم وجود صرف جيد للأراضي الملحية - سواء أكان طبيعياً أو عن طريق وجود مصارف - إلى تراكم الأملاح في قطاع التربة الأمر الذي يستدعي توفر طريقة عملية للتخلص من هذه الأملاح تتمثل في صرف طبيعي في الأرض الزراعية حتى لا تتراكم الأملاح في منطقة الجذور ،



● اثر زيادة كلوريد الصوديوم .

ثانوية بسبب الظروف المحيطة بها ويمكن معرفة ذلك بالتحليل الكيميائي للتربة ، وبناءً على هذه النتائج يوجه الجهد لإزالة المصدر المسبب لارتفاع ملوحة أو قلوية الأرض ، وبصفة عامة تقتضي عملية إستصلاح الأراضي الخطوات التالية :-

١ - توفير مياه ري جيدة .  
٢ - وجود نظام صرف جيد .  
٣ - خفض تركيز الأملاح إلى درجة مناسبة في قطاع التربة حتى عمق يسمح لجذور النباتات بالنمو .

٤ - خفض مستوى المياه الجوفية إلى عمق لا يسمح للماء بالصعود إلى سطح الأرض ،

٥ - معادلة كربونات الصوديوم وخفض الصوديوم المتبادل بالتربة الصودية ، وإزالة العامل المسبب للقلوية .

٦ - معالجة الظروف المحلية المحيطة بالتربة التي تتمثل في الآتي :-

( أ ) فصل الأرض عن البحيرات أو المستنقعات أو المجاري المائية المجاورة لها ذات المنسوب المرتفع عن منسوب التربة بواسطة مصرف عام ومناسب .

( ب ) فصل الأرض عن تلك المجاورة لها ذات المنسوب المرتفع عنها حتى لا يتسرب الماء من الأرض المرتفعة إلى المساحة المنخفضة .

( ج ) المحافظة على سطح الأرض مستوياً حيث تزداد الأملاح في البقع المرتفعة منها .

٧ - زراعة نباتات ملحية تتحمل تراكيز عالية من الأملاح يمكن الإستفادة منها



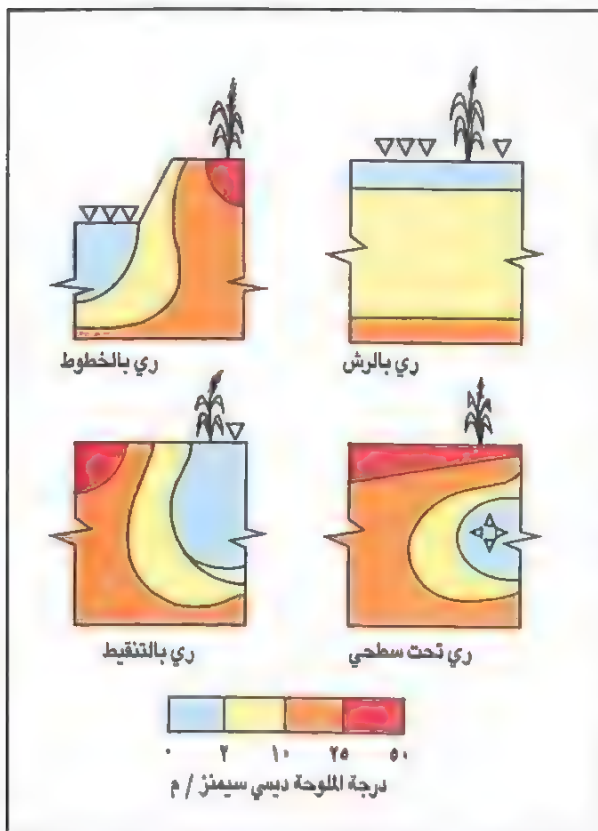
السماذ ومساهمته في زيادة أملاح التربة ) .

### ● الري قبل الزراعة

يؤدي ترك الأراضي الزراعية فترة من الزمن دون زراعة إلى ارتفاع الأملاح وتركيزها على سطحها خاصة في الأراضي الجافة وشبه الجافة . ولذا يوصى بري هذه الأراضي قبل زراعتها لخفض تركيز الأملاح في سطحها ولضمان الحصول على نسبة انبات عالية ونمو جيد للنبات .

نوع السماذ	معامل الملوحة
سوبر فوسفات	١٠
فوسفات الامونيا الثنائي	٢٩,٩
فوسفات الامونيا الاحادي	٢٤,٢
سلفات البوتاسيوم	٤٦
سلفات الامونيا	٦٩
نترات البوتاسيوم	٧٢
يوريا	٧٥
كلوريد البوتاسيوم	١١٦

● جدول (٥) أنواع مختلفة من السماذ ومعامل ملوحتها .



● شكل (١) أثر طرق الري المختلفة على تراكم الأملاح في التربة .

بحوالي ٨ ديسي سيمنز/م وذلك كما يلي :  
- يبلغ إنتاج محصول القمح ١٠٠٪ عند توصيل كهربائي للتربة مقداره ٦ ديسي سيمنز/م .

- ينقص إنتاج محصول القمح بمقدار ٧,١٪ لكل زيادة في ملوحة التربة مقدارها واحد ديسي سيمنز/م .  
- محصول القمح المتوقع = ١٠٠ - ٧,١ (٨ - ٦) = ٨٥,٨٪ .

### ● طرق الزراعة

يختلف توزيع الأملاح بالتربة باختلاف طرق زراعتها ، فمثلاً إذا تمت الزراعة بطريقة الخطوط فإن تركيز الأملاح في الجزء العلوي من الخط يزيد بمقدار يتراوح بين ٥ إلى ١٠ مرات ، مقارنة بتركيزه في الجزء السفلي .

ولذا يوصى في زراعة الأراضي التي تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح أن تكون الزراعة في الثلث السفلي من الخط أو زراعة خط وترك آخر دون زراعة .

### ● نوع الأسمدة

الأسمدة عبارة عن مواد كيميائية تحتوي على أملاح يؤدي استخدامها إلى زيادة تركيز الأملاح في التربة ، وتتوقف زيادة تركيز الأملاح على نوع الأسمدة المستخدمة ، ولذا يجب أن يتم اختيار نوع السماذ وكميته المناسبة مع مياه الري ، فعلى سبيل المثال عند إضافة ٥٠ كجم/هكتار من سماذ كبريتات البوتاسيوم إلى التربة على عدة دفعات لا يزيد من تركيز الأملاح فيها ، بينما يؤدي استخدام كلوريد البوتاسيوم إلى زيادة تركيز الأملاح وبالتالي نقص المحصول . ويوضح الجدول (٥) أنواع مختلفة من الأسمدة ومعامل ملوحتها (مقدار ذوبان

الاحتياجات الغسلية (٪)	درجة الملوحة (ديسي سيمنز/م)
٤	١,٠
٥	١,٥
٧	٢,٠
١١	٣,٠
١٥	٤,٠
٢٠	٥,٠
٢٥	٦,٠
٣٦	٨,٠
٥٠	١٠,٠

● جدول (٤) العلاقة بين الاحتياجات الغسلية من المياه ودرجة ملوحة الأرض .

### ● طرق الري

يجب إختيار واتباع طرق ري ملائمة عند استخدام مياه ري تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح حتى تحتفظ التربة بمستوى معين من الملوحة يتناسب مع النبات المزروع ونوع التربة . ومن أمثلة ذلك يمكن استخدام الري بالتنقيط عند استخدام مياه تحتوي على تراكيز مرتفعة من الأملاح مع إضافة الاحتياجات الغسلية ، كما يوصى أن يكون الري على فترات متقاربة خاصة في المراحل الأولى والحساسة من نمو النبات . ويوضح الشكل (١) أثر طرق الري المختلفة على تراكم الأملاح في التربة .

### ● إختيار محصول مناسب

يجب عند زراعة المحاصيل الزراعية في الأراضي الملحية إختيار المحصول المناسب الذي يتحمل درجة ملوحة التربة ، وقد دلت الدراسات والتجارب العملية على أن كمية المحصول تعتمد اعتماداً كلياً على درجة تركيز الأملاح في الأراضي المستخدمة للزراعة وذلك طبقاً للمعادلة التالية :-

$$\text{المحصول المتوقع (\%)} = 100 - 1 \times (25 - 14) = 19$$

حيث (١) نسبة نقص المحصول لكل وحدة توصيل كهربائي ، و(٢) ملوحة التربة المستخدمة للزراعة ، و(٣) التوصيل الكهربائي للتربة بدون أي نقص للمحصول .

وعلى سبيل المثال يمكن تطبيق المعادلة السابقة على محصول القمح عند زراعته في أرض ملحية ذات توصيل كهربائي يقدر

## مصطلحات علمية

كلوريد وصوديوم مثلاً - من مستوى جذور النبات .  
● تناثر غذائي

### Nutrient Antagonism

الأثر السلبي الذي يحدثه عنصر أو عناصر غذائية في النبات على امتصاص عنصر غذائي آخر .

● توازن غذائي Nutrient Balance  
نسبة تواجد العناصر الغذائية في النبات - بعضها لبعض - التي ينجم عنها اعلا انتاج ونمو للنبات المعين .

● تحليل النبات Plant Analysis  
طريقة لتحليل محتويات النبات - أو جزء مختار منه - من العناصر الغذائية .

● أرض منتجة Productive Soil  
أرض ذات انتاجية اقتصادية حسب النتائج المتحصل عليها من صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية .  
● صيانة الأراضي

Soil Conservation  
مجموعة التدابير اللازمة للمحافظة على التربة من التدهور بسبب العوامل الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية أو التدهور بفعل الإنسان .

● أفق التربة Soil Horizon  
قطاع من التربة مواز لسطح الأرض يختلف عن القطاع الذي فوقه أو تحته في صفاته الفيزيائية والكيميائية والحيوية مثل اللون ، القوام ، الكائنات الدقيقة ، الرقم الهيدروجيني ... الخ .

● إدارة الأراضي Soil Management  
العمليات الفلاحية ( حراثة ، سماء ، محصول ، ري ، مبيدات ، جبر ، ... الخ ) اللازمة للأرض - كلا أو بعضها - لإنتاج محصول معين .  
● الحموضة الكلية للتربة

Total Acidity  
تركيز مجموع الكاتيونات الحمضية في التربة أو الطين وتعين بخصم تركيز القواعد المتبادلة ( Exchangeable Bases ) من السعة الكاتيونية ( Cation Exchange Capacity - CEC ) .

(\*) ترجمة سكرتارية التحرير عن :  
Glossary & Soil Science Terms, Soil Science Society of America, July 1987 .

● الإحتياج الحيوي للأكسجين  
Biological Oxygen Demand ( BOD )  
كمية الأكسجين اللازمة للاكسدة الحيوية للكربون العضوي خلال فترة معينة في ظل درجة حرارة وظروف معينة .  
● السعة الكاتيونية

Cation Exchange Capacity ( CEC )  
مجموعة الكاتيونات (مول/ كجم ) التي يمكن ادمصاصها بوساطة التربة عند رقم هيدروجيني محدد .

● الإحتياج الكيميائي للأكسجين  
Chemical Oxygen Demand ( COD )  
كمية الأكسجين المستهلك لعملية الأكسدة الكيميائية لتفاعل معين .

● قشرة صحراوية Desert Crust  
طبقة سطحية صلبة مكونة من كربونات الكالسيوم والجبس ومواد لاصقة أخرى تنتشر في الأراضي الصحراوية .

● زراعة مطرية Dryland Farming  
زراعة تعتمد فقط على الأمطار .

● التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة  
ECe  
قياس ملوحة ( سيمنز / م ) مستخلص التربة عند درجة التشبع المائي ودرجة حرارة ٢٥ م° .

● نسبة الصوديوم المتبادل  
Exchangable Sodium ( % )  
النسبة ( % ) للصوديوم المتبادل إلى السعة الكاتيونية للتربة .

● تشخيص نباتي Foliar Diagnosis  
نظام تشخيص لمعرفة نقص أو زيادة العناصر الغذائية للنبات يعتمد على لون النبات وشكله وقياس مستوى تركيز العناصر في جزء محدد منه .

● كفاءة الري Irrigation Efficiency  
نسبة المياه المستهلكة بوساطة المحصول النباتي إلى كمية المياه المستخدمة للري خلال فترة نموه .

● الإحتياج الغسلي  
Leaching Requirement  
كمية الماء اللازم لغسل الأملاح -

### ● الكاتيونات الحمضية

Acidic Cations  
كاتيونات تتحلل بالماء إلى أحماض ، ومن أمثلتها في التربة كاتيونات الهيدروجين (  $H^+$  ) ، والالنيوم (  $Al^{3+}$  ) ، والحديدوز (  $Fe^{3+}$  ) .

● إدمصاص Adsorption  
عملية التماسك الفيزيائي أو الكيميائي للذرات أو الجزيئات أو الأيونات على سطح الأجسام ، ومن أمثلتها تماسك الكاتيونات على سطح معدن الطين .

● تهوية Aerate  
تبادل غازات التربة مع غازات الهواء الجوي .

● تجمع Aggregation  
عملية تماسك معادن التربة ( الرمل ، الغرين ، الطين ) ببعضها البعض بسبب إطلاق مواد التماسك من جذور النبات ونشاط الكائنات الدقيقة .  
● السعة الأنيونية

Anion Exchange Capacity  
مجموع الأنيونات ( مول / كجم ) القابلة للإدمصاص على سطح معادن التربة  
● نظام مائي Aquic  
نظام تربة مائي يتميز بتشبع التربة بالماء وإنعدام الأكسجين في قطاع تربة عمقه ٥٠ سم تحت سطح الأرض وعند درجة حرارة أكثر من ٥ م° .

● نظام جاف Aridic  
نظام تربة تنعدم فيه المياه لأكثر من نصف فترة نمو النبات وذلك لقطاع تربة عمقها ٥٠ سم تحت السطح وعند درجة حرارة أكثر من ٥ م° .  
● نسبة التشبع القاعدي

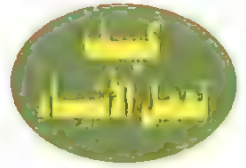
Base Saturation ( % )  
النسبة المئوية ( % ) للقواعد المدمصة - قد تشمل أيضاً  $Al^{3+}$  و  $H^+$  - إلى السعة الكاتيونية للتربة عند رقم هيدروجيني متعادل (  $pH = 7$  ) .



وتتبخّر وتتفكك لتنتج بخاراً مكوناً من خليط من الذرات الحرة .

# الامتصاص الذري

Atomic Absorption



## تطبيقات الجهاز

يستخدم جهاز الامتصاص الذري باللهب في معرفة وتقدير الأيونات الفلزية في العديد من المجالات المختلفة مثل تحليل المياه ، والعينات الحيوية والطبية ، والتربة ، والأسمدة ، والسبائك والخامات المعدنية ، ومنتجات البترول ، والأدوية ، حيث يمكن تقدير ما يقارب من ٧٠ عنصراً ، شكل (١) ، بحساسية ودقة عالية باستخدام مخاليط لهب مختلفة .

## أجزاء الجهاز

يتألف جهاز الامتصاص الذري ، شكل (٢) من ثلاثة أجزاء رئيسية هي :-

### ● مصدر ضوئي

يستخدم المصدر الضوئي (Light Source) كمصدر خطي لإصدار الأشعة حيث يعطي شعاعاً حاداً ومميزاً لكل عنصر من عناصر المادة التي يتم تحليلها . ويأتي المصدر الضوئي إما على شكل مصباح ذو مهبط مجوف وإما على شكل مصباح عديم الأقطاب . يعد المصباح ذو المهبط المجوف (Hollow Cathode Lamp) من أهم مصادر الأشعة المستخدمة ويتكون ، شكل (٣) ، من أنبوبة زجاجية مفرغة تملأ بغاز خامل مثل النيون أو الأرجون تحت ضغط منخفض ، وتحتوي الأنبوبة بداخلها على مهبط يتراوح قطره ما بين ٢ إلى ٥ ملم مصنوع من المعدن المراد تقديره ، كما يوجد بداخلها مصعد مصنوع من سلك معدني من التنجستين .

وعندما يحدث فرق جهد كبير بين المصعد والمهبط (٣٠٠ فولت) ، وتيار يتراوح



حساسيته بين جزء من مليون إلى جزء من بليون (١٠<sup>-٦</sup> جرام - ١٠<sup>-٩</sup> جرام) ، كما يمكن بواسطته تحليل عنصر ما في وجود عناصر أخرى دون الحاجة إلى عملية الفصل التي تعد ضرورية في أجهزة التحليل الأخرى ، ولذا يستخدم الجهاز لتحليل العناصر في مختلف أنواع العلوم التطبيقية .

يوجد نوعان من أجهزة الامتصاص الذري أحدهما يعمل بإستخدام اللهب (Flame Atomic Absorption) ، والآخر عديم اللهب (Non-flame Atomic Absorption) . وسيتناول هذا العدد بمشيئة الله النوع الأول . يعمل جهاز الامتصاص الذري باللهب بإستخدام عدة أنواع من اللهب طبقاً لدرجة الحرارة المطلوبة للتحليل ، ويوضح الجدول (١) أعلى درجات حرارة يمكن الحصول عليها من مخاليط لهب مختلفة

ويتوقف نجاح الامتصاص الذري على

كفاءة إنتاج الذرات

الحرّة في حالتها غير

المتأينة وغير المتحدّة .

ومن أمثلة ذلك تبخّر

محلول كلوريد

البوتاسيوم عند تعرضه

لحرارة عالية تتراوح بين

٢٠٠٠م° إلى ٣٠٠٠م°

تاركاً وراءه جسيمات

صلبة من المركب المذاب

التي بدورها تنصهر

يوجد نوعان من أجهزة الامتصاص الذري أحدهما يعمل بإستخدام اللهب (Flame Atomic Absorption) ، والآخر عديم اللهب (Non-flame Atomic Absorption) . وسيتناول هذا العدد بمشيئة الله النوع الأول .

يعمل جهاز الامتصاص الذري باللهب بإستخدام عدة أنواع من اللهب طبقاً لدرجة الحرارة المطلوبة للتحليل ، ويوضح الجدول (١) أعلى درجات حرارة يمكن الحصول عليها من مخاليط لهب مختلفة

## مبدأ عمل الجهاز

يعتمد مبدأ عمل الجهاز على تحويل ذرات العنصر أو المادة المراد دراستها من

مخلوط اللهب	درجة الحرارة (م°)
هواء - بروبان	١٩٢٥
هواء - هيدروجين	٢٠٥٠
هواء - أستيلين	٢٢٠٠
أكسيد النيتروجين - أستيلين	٢٠٠٠

● جدول (١) أعلى درجات حرارة لمخاليط لهب مختلفة .

أكسيد نيتروجين وأستيلين																	
هواء وأستيلين										هواء وهيدروجين							
Li	Be									B	Al	Si					
Na	Mg																
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Sr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			
Pr Nd Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																	
U																	

● شكل (١) العناصر التي يمكن تقديرها بالامتصاص الذري .

• **مُقَدِّر (Detector):** ويتكون في أغلب الأحيان من خلية ضوئية مضاعفة . كما يستعان بمكبر لتكبير استجابة المقدر .

• **المسجل والطابعة:** ويستخدمان في تسجيل وطباعة استجابة المقدر في صورة رقمية .

### كيفية عمل الجهاز

يمكن تعيين عنصر ما في عينة صلبة أو سائلة بإستخدام جهاز الامتصاص الذري من خلال عدة خطوات هي كما يلي :-

١- أخذ وزنة مضبوطة من العينة (واحد جرام) ، وإذابتها في عدة مليلترات من حامض النيتريك (Nitric Acid) ، ثم تخفيف محلول العينة بالماء المقطر حتى يصل حجمه إلى ١٠٠ مل .

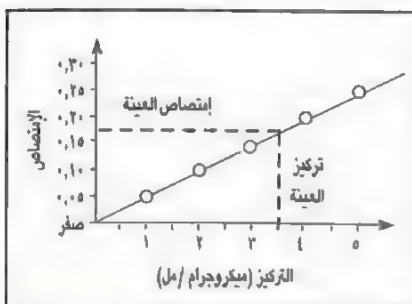
٢- يوضع مصباح المهبط للعنصر المطلوب تعيينه في مكانه المناسب وتضبط المحاذاة الضوئية للمصباح بحيث يمر الشعاع فوق حافة الموقد بارتفاع يتراوح من ١ سم إلى ٢ سم .

٣- تحضر ستة محاليل قياسية (١٠٠ مل) للعنصر بتركيز مختلفة هي صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ميكروجرام / مل .

٤- ضبط قراءة امتصاص الجهاز بحيث تكون صفراً عند استخدام المحلول القياسي الأول الخالي من تركيز العنصر (صفر) .

٥- قياس درجة امتصاص المحاليل القياسية للعنصر بالترتيب ورسم المنحنى المعياري لامتصاص العنصر (Calibration Curve) ، شكل (٥) .

٦- قياس درجة امتصاص العنصر المجهول ، وبإستخدام المنحنى المعياري يمكن الحصول على درجة تركيز العنصر بالمحلول (ميكروجرام / مل) .



• شكل (٥) مثال لمنحنى معياري لأحد العناصر

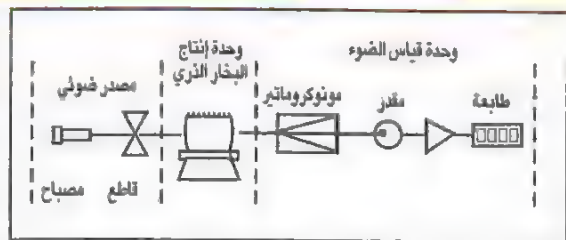
إدخال غاز الاحتراق (Fuel) والغاز المؤكسد المساعد على الاحتراق ورذاذ العينة إلى غرفة المزج من خلال عدد من الحواجز للتأكد من تمام المزج وفصل القطرات الكبيرة والتخلص منها ، ومن ثم تدخل بقية العينة (١٠٪ تقريباً) إلى موقد ذو فوهة على شكل شق ضيق بطول ٥ سم أو ١٠ سم - حسب نوع حسب نوع اللهب المستخدم - للحصول على لهب بشكل شريط (Ribbon) .

ويتم بخ العينة في غرفة المزج بوساطة نفثة صغيرة هوائية (Air Jet) حيث تصطدم العينة بالحواجز التي تعيق مرور القطرات الكبيرة لضمان وصول رذاذ العينة إلى فوهة الموقد بصورة أكثر تجانساً مما يزيد من إمكانية تكرار النتائج التحليلية . كما يوجد في قاعدة الموقد ، شكل (٤) ، ثقب صغيرة ضيقة لمنع احتمال خطر انفجار غرفة المزج عند رجوع اللهب إليها .

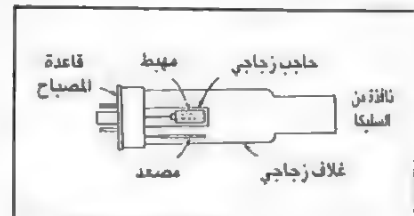
### • وحدة قياس الضوء

تتألف وحدة قياس الضوء (Specific Light Measurements) من ثلاثة أجزاء هي :-

• **مَوْجِد طول الموجة (Monochromator):** يتحكم في قياس الخط الطيفي المطلوب ويمتاز بقوة فصل في حدود ٠,١ إلى ١ نانوميتر ، ويمكن بوساطته اختيار خط الامتصاص الأكثر شدة لإعطاء حساسية قصوى ، إلا أنه يمكن إستخدام الخطوط الطيفية الضعيفة عند تحليل العينات عالية التركيز .



• شكل (٢) رسم تخطيطي للجهاز



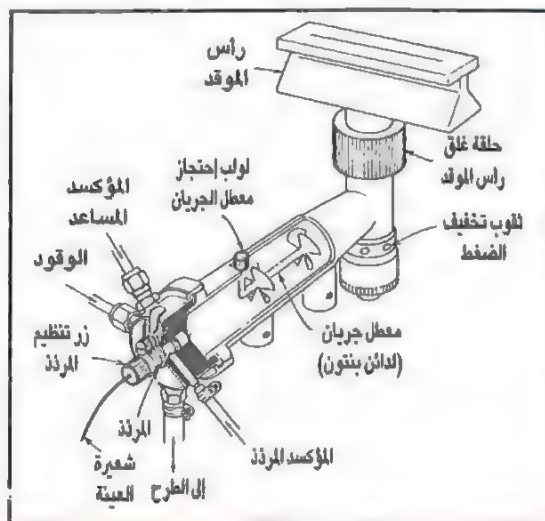
• شكل (٣) مصباح المهبط المجوف .

بين ٤ إلى ٥٠ ميكرو أمبير (تبعاً لنوع الفلز المستخدم) فإن الغاز الخامل يتأين عند المصعد ، وتنتج أيونات الغاز الموجبة نحو المهبط بسرعة مصطدمة بسطحه فتنتثر منه بعض الذرات في جو المصباح . وتصبح هذه الذرات مثارة وتبث طيفاً خطياً - خاصاً بالفلز الذي صنع منه المهبط - يمتص بصورة جزئية أو كلية عند توجيهه إلى الشاشة الذرية للعنصر ذاته .

ولذا فإنه يلزم مصباح خاص لكل فلز حيث أن الأشعة المنبعثة من الفلز لا يمكن أن تمتص إلا من قبل الفلز نفسه . ومن ثم يضفي استخدام المصباح ذو المهبط المجوف ميزة انتقائية لطريقة التحليل بالامتصاص الذري وذلك لعدم وجود تداخلات طيفية في الأشعة المنبعثة .

### • وحدة إنتاج البخار الذري

تتألف وحدة إنتاج البخار الذري - المذِّر (Atomizer) ، بصفة عامة من جزئين هما البخاخ أو الرذاذ (Nebulizer) ، والموقد (Burner) . يصنع البخاخ من مواد مقاومة للصدا حتى لا يتأثر بالأحماض أو المواد العضوية ، ويعمل على تحويل محلول العينة إلى قطرات صغيرة (رذاذ) بأحجام متساوية وبمعدل ثابت . ويوضح الشكل (٤) رسماً تخطيطياً للأجزاء المكونة للمذِّر الذي يعمل باللهب ، وفيه يتم



• شكل (٤) مذِّر اللهب



# عالم في سطور

وليام فرنش أندرسن  
W. French Anderson

## ● الإنجازات العلمية :

● مؤسس طب العلاج بالمورثات .

● ابتكار أفضل السبل لإيصال المورثات إلى الخلايا الليمفاوية عن طريق ناقل فيروسي ، ومن ثم تطوير تقنيات نقل المورثات إلى تلك الخلايا في المنابت النسيجية ثم في حيوانات التجارب .

● إجراء أول تجربة في طـب العلاج بالمورثات عام ١٩٩٠م باستخدام أسلوب نقل المورثات عبر الخلايا الليمفاوية لعلاج المرض المناعي الوراثي الناجم عن نقص مورث الأنزيم النازع لأمين الأدينوزين .

● المساهمة في أغلب التجارب العملية الجارية في حوالي ٢٦ مركزاً للعلاج بالمورثات في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا وآسيا .

● نشر حوالي ٢٦٠ بحثاً علمياً في كبريات الدوريات الطبية والعلمية المتخصصة .

● تأليف أربعة كتب في طب العلاج بالمورثات وتقنياته .

● تقويم تقنيات الهندسة الوراثية من خلال منظور اجتماعي شامل .

## ● الجمعيات المهنية

● عضو مركز نوريس الشامل للسرطان .

● عضو معهد الطب الوراثي بكلية الطب ، جامعة جنوب كاليفورنيا ، لوس أنجلوس .

## ● الاسم : وليام فرنش أندرسن

● الجنسية : أمريكي

● تاريخ الميلاد : ١٩٣٦م

● مكان الميلاد : تولسا ، أوكلاهوما ، أمريكا .

## ● المؤهلات العلمية :

● بكالوريوس العلوم ، كلية هارفارد ، الولايات المتحدة ، ١٩٥٨م .

● ماجستير العلوم ، (مرتبة الشرف) ، جامعة كمبردج ، ١٩٦٠م .

● دكتوراه الطب ، كلية الطب ، جامعة هارفارد ، ١٩٦٣م .

## ● الوظيفة الحالية :

● استاذ الكيمياء الحيوية وطب الأطفال ومدير مختبرات العلاج بالمورثات بكلية الطب ، جامعة جنوب كاليفورنيا ، لوس أنجلوس ، أمريكا .

## ● أعماله :

● استاذ محاضر في الكيمياء الحيوية بجامعة جورج واشنطن .

● استاذ وإستشاري لأبحاث الوراثة .

● رئيس قسم الطب ووظائف الأعضاء ببرنامج الدراسات العليا لمعاهد الصحة القومية بالولايات المتحدة الأمريكية .

● مؤسس ورئيس تحرير مجلة العلاج بالمورثات .

● عضو في هيئات تحرير عدة دوريات علمية وطبية متخصصة .

● رئاسة مؤتمرات علمية عالمية .

● عضو الاتحاد الأمريكي للأبحاث السريرية .

● عضو الجمعية الأمريكية للكيميائيين الإحيائيين .

● عضو الجمعية الأمريكية للدراسات المعملية .

● عضو اتحاد الأطباء الأمريكيين .

● عضو المنتدى المتجول (الأسطوطاليس) .

● زميل الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم .

## ● الجوائز والتقدير العلمي

● جوائز التفوق من قسم الصحة والخدمات الإنسانية ، ١٩٨٢/١٩٩٠م .

● جائزة رالف برونو لأبحاث السرطان ، ١٩٩١م .

● جائزة ماري آن روبرت للعلاج الحيوي ، ١٩٩١م .

● جائزة الخدمات الممتازة من إدارة الخدمات الصحية والبشرية ، ١٩٩١م .

● دكتوراه فخرية من جامعة أوكلاهوما ، ١٩٩٢م .

● جائزة شارلس شبرد للعلوم من المركز الوطني للأمراض المعدية ، ١٩٩٣م .

● جائزة مري ثيلين من الهيئة القومية للهيوفيليا ، ١٩٩٣م .

● جائزة الملك فيصل العالمية للطب ١٤١٤هـ / ١٩٩٤م .

المصدر :

ـ الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية ١٤١٤هـ / ١٩٩٤م .



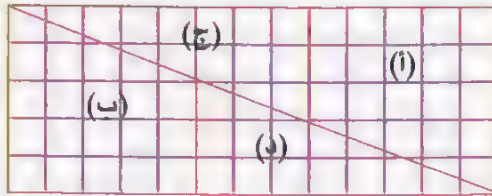
# مساحة للتفكير

## مسابقة العدد

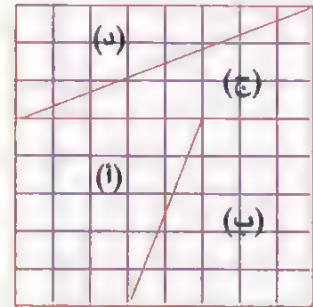
### «زيادة المساحة»

يوجد مربع طول ضلعه ٨ سم (مساحته = ٦٤ سم<sup>٢</sup>) تم تقسيمه إلى أربعة أجزاء (أ)، (ب)، (ج)، (د) كما موضح في الشكل (١) فإذا أعيد تجميع هذه الأجزاء بطريقة أخرى كما في الشكل (٢) يكون لدينا مستطيل طول ضلعه ٥ سم و١٣ سم ومساحته ٦٥ سم<sup>٢</sup>.

السؤال : كيف حدث الاختلاف في المساحة علماً بأن مساحة الأجزاء الأربعة المكونة لكلا من المربع والمستطيل لا يمكن أن تزيد أو تنقص؟



● شكل (٢) .



● شكل (١) .

### أعزائنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة «زيادة المساحة» فأرسلوا إجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي:

- ١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .
  - ٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
  - ٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .
  - ٤- آخر موعد لاستلام الحل هو ١٤١٦/١٢/٢٠ هـ .
- سوف يتم سحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .



## حل مسابقة العدد الخامس والثلاثون

### « الحجرة الوسطى »

من المعطيات في (١) نجد أن واحدة من المجموعات الثلاثية التالية مرتبطة مع كل رجل من الرجال وذلك كما يلي :-

(أ) ثوب صوف ، سيارة أمريكية ، لحم جمل

(ب) ثوب صوف ، سيارة يابانية ، لحم غنم

(ج) ثوب قطن ، سيارة أمريكية ، لحم غنم

(د) ثوب قطن ، سيارة يابانية ، لحم جمل

(هـ) ثوب صوف ، سيارة أمريكية ، لحم غنم

(و) ثوب صوف ، سيارة يابانية ، لحم جمل

(ز) ثوب قطن ، سيارة أمريكية ، لحم جمل

(ح) ثوب قطن ، سيارة يابانية ، لحم غنم

من المعطيات في (٥) الثلاثية (جـ) والثلاثية (ح) غير ممكنة .

من المعطيات في (٦) الثلاثية (ب) أحد المجموعات المقبولة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (هـ) و (و) غير ممكنة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (د) و (ز) لا يمكن قبولهما معاً ، ولذلك فإن الثلاثية (أ) مقبولة .

من المعطيات في (٨) الثلاثية (ز) غير ممكنة ، ولذلك فإن الثلاثية (د) مقبولة .

من المعطيات في (٢) و (٣) و (٤) الرجل الذي يسكن في الحجرة في الوسطى لا يخرج من أحد

الإحتمالات التالية :

١ - الرجل الذي يأكل لحم جمل ويملك سيارة أمريكية .

٢ - الرجل الذي يملك سيارة يابانية ويلبس ثوب قطن .

٣ - الرجل الذي يأكل لحم جمل ويلبس ثوب قطن .

وحيث أن ذلك ينطبق على الثلاثيات (أ) و (ب) و (د) فالثلاثية التي في الوسط إما (أ) أو (ب)

أو (د) حسب الإحتمالات التالية :

ترتيب الثلاثية حسب الحجرات	الإحتمال	
	اليمنى	اليسرى
(أ)	(د)	(ب)
(ب)	(د)	(أ)
(أ)	(ب)	(د)
(د)	(ب)	(أ)
(ب)	(أ)	(د)
(د)	(أ)	(ب)

الإحتمال (١) لا يمكن قبوله حسب المعطيات في (٧).

الإحتمال (٢) لا يمكن قبوله لأنه يخصص الغرفة الوسطى إما لأحمد أو محمد أو ناصر.

الإحتمال (٣) هو الإحتمال الصحيح وفيه يكون:

محمد صاحب الثلاثية (أ) أو (د)

أحمد صاحب الثلاثية (ب) أو (د)

ناصر هو صاحب الثلاثية (أ) دون غيرها وهو الذي يسكن الغرفة الوسطى.

## الفائزون في مسابقة العدد الخامس والثلاثون

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الخامس والثلاثون « الحجرة الوسطى » وقد تم إستبعاد جميع الحلول التي لم تتقيد بشروط المسابقة، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد. وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من الآتية أسماؤهم :-

١ - أحمد علي محمد رشدي - جدة

٢ - فاطمة إسماعيل حجازي جمعة - القاهرة

٣ - وداد الأمين عبد الله - الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدية قيمة ، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة.



## خصائص أراضي الأحساء الزراعية

عرض : د . علي عبد الله الجاعود



الف هذا الكتاب الدكتور / سعد بن عبد الله البراك ، أستاذ علم الأراضي ، كلية الزراعة وعلوم الأغذية ، جامعة الملك فيصل ، وصدرت الطبعة الأولى منه عن مطابع الحسيني الحديثة عام ١٤١٤هـ / ١٩٩٣م . يقع الكتاب في ٣٦٥ صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى مقدمة ، وتسعة فصول ، وخاتمة ، ومراجع عربية واجنبية ، وملحقاً للرموز والكلمات ( انجليزي - عربي ) المستخدمة في وصف قطاع التربة .

وتكوين السورس ( الإيوسين الأسفل ) ، وتكوين الدمام ( الإيوسين الأوسط ) ، والسلسلة النيوجينية ، والرسوبيات الرباعية . وانتقل المؤلف بعد ذلك للحديث عن جيومورفولوجية منطقة الأحساء ذاكراً أنها تتكون من ثلاث وحدات هي منطقة الأحواض الرملية ، وهضبة الصمان ، ومنطقة السهل الساحلي للخليج العربي ، إضافة إلى الوحدات المحلية الأخرى مثل واحات العيون والنواة والسيفة والواحات الشمالية ، وسبخات الكشت والأصفر والعربية والمجصة والحمام والصرة . واختتم المؤلف هذا الفصل بالحديث عن مواد الأصل لأراضي منطقة الأحساء مشيراً إلى أنها نشأت من رواسب ذات أنواع متعددة ( رواسب فيضية ورواسب منحدرات ورواسب شواطئ ورواسب بحيرات ) ترسبت خلال فترات متعددة بوساطة بعض العمليات الجيولوجية المختلفة .

تطرق المؤلف في الفصل الثالث « خصوبة التربة » إلى تعريف الأراضي الخصبة ، والعناصر الضرورية لنمو النبات حيث تم تقسيمها إلى عناصر كبرى مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم ، والمغنيسيوم والكبريت ويحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً تتجاوز ٥٠٠ جزء بالمليون ، وعناصر صغرى مثل البورون والحديد والمنجنيز

يشتمل الفصل الأول من الكتاب « الموقع والظروف البيئية » على ثلاثة مواضيع هامة هي الموقع الجغرافي لمنطقة الأحساء ( المساحة والإرتفاع عن سطح البحر وأهم المدن والقرى والمراكز والهجر ) ، والظروف المناخية السائدة وعناصرها من حيث الحرارة والبخار والرياح ، والغطاء النباتي الطبيعي وعلاقته بتكوين التربة . وقد أشار المؤلف إلى محدودية تأثير الغطاء النباتي على خواص التربة وذلك لقلّة الأمطار بالمنطقة .

خصص المؤلف الفصل الثاني من هذا الكتاب للحديث عن « جيولوجية منطقة الأحساء » ، وبدأه بالحديث عن تركيب شبه الجزيرة العربية والعمليات الجيولوجية الداخلية والخارجية التي حدثت بالمنطقة وتمثلت في دورتين من الحركات البانية للجيال ( حقبة ما قبل الكامبري ) . وأشار المؤلف إلى أن منطقة الأحساء هي جزء من المملكة التي تتربك - بصفة عامة - من وحدتين جيولوجيتين رئيسيتين هما الدرع العربي والرصيف العربي . وتطرق المؤلف بعد ذلك إلى التاريخ الجيولوجي لمنطقة الأحساء منذ عصر البلايوسين ، وكذلك التكوينات الرسوبية بالمنطقة على مر العصور مثل تكوين الوسيح ( الطباشيري الأوسط والأعلى ) ، وتكوين العرمة ( الطباشيري الأعلى ) ، وتكوين أم الرضمة ( الباليوسين ) ،

والنحاس والزنك والموليبدنوم والكوبالت والكلور ويحتاج إليها النبات بكميات قليلة لا تتجاوز ٥٠ جزء بالمليون . كما أشار المؤلف في هذا الفصل إلى أن أراضي منطقة الأحساء فقيرة في المادة العضوية مما ينعكس سلباً على خصوبة التربة وتغذية النباتات المزروعة بالمنطقة .

وأشار المؤلف إلى انخفاض نسبة كل من عنصرى الحديد والزنك في الأراضي غير المزروعة ( سبخات وكثبان رملية ) والأراضي المستصلحة حديثاً إلى جانب أراضي الواحات والأراضي الزراعية المهجورة مقارنة بالأراضي المزروعة لفترات طويلة من الزمن التي تحتوي أيضاً على نسبة أعلا من المادة العضوية . وأضاف المؤلف أن نقص في منطقة الأحساء لا تعاني من نقص في عنصرى البوتاسيوم والبورون وذلك لتوافرها بتراكيز مناسبة في مادة الأصل .

جاء الفصل الرابع من الكتاب تحت عنوان « معادن التربة » وعرفها المؤلف بأنها الجزء المعدني غير العضوي من فئات مادة الأصل وقسمها إلى قسمين - على أساس التبليور من عدمه - هما المعادن الأولية مثل الزركون والتورمالين والبارايت والبيوتايت والكلورايت ، والمعادن الثانوية ( معادن الطين ) مثل الأتابولقيت ، والإلبيت ،

تحتوي كل منها على عدد من الأصناف أو الأقسام - هي أراضي ملائمة لإستعمالات عديدة ، وأراضي محدودة الإستعمال ، وأراضي محدودة جداً في الإستعمال . كما تم تقسيم الأراضي ( بمساحة كلية ٧٩٥٩٠ هكتار ) حسب قدرتها الإنتاجية إلى ستة أقسام هي : -

- أراضي صالحة بدرجة عالية للري وهي غير متوفرة بمنطقة الأحساء .

- أراضي صالحة بدرجة متوسطة للري بمساحة ٧٥٠٠ هكتار وتمثل ٩,٤٢٪ .

- أراضي صالحة بدرجة كافية للري بمساحة ٣٠,٠٠٠ هكتار وتمثل ٣٧,٦٩٪ .

- أراضي مكافئة للقسم الأول والثاني والثالث مع وجود بعض المتطلبات ولا توجد في منطقة الأحساء .

- أراضي تحتاج إلى معلومات إضافية قبل التقسيم النهائي ومساحتها ٢١٠٠٠ هكتار وتعادل ٢٦,٣٩٪ .

- أراضي غير صالحة للزراعة ومساحتها ٢١٠٩٠ هكتار وتعادل ٢٦,٥٠٪ .

تطرق المؤلف في الفصل التاسع « إستصلاح الأراضي » للأسباب المؤثرة على إنتاجية الأراضي الزراعية بالأحساء والطرق المناسبة لإستصلاح هذه الأراضي مثل الأراضي الملحية والجبسية والجيرية كما تطرق إلى المحاصيل المناسبة للأراضي المستصلحة ونتائج التجارب الخاصة بعمليات الإستصلاح.

يُعد الكتاب مرجعاً علمياً جيداً للباحثين والمهتمين بدراسات الأراضي لمنطقة الأحساء أحد الواحات الزراعية الهامة بالجزيرة العربية حيث أنه يحتوي على معلومات وحقائق قيمة عن خصائص أراضي هذه المنطقة حصل عليها المؤلف من كتب ومقالات علمية وتقارير قامت بإعدادها الشركات الإستشارية عن التربة والمياه والزراعة في منطقة الأحساء .

الناعمة ( Mollisols ) .

عُنى الفصل السادس بالخواص الكيميائية والفيزيائية حيث اشتملت الخواص الكيميائية على الرقم الهيدروجيني ( PH ) وقيمته ، والسعة التبادلية الكاتيونية ، والفوسفور ، والكربون العضوي ، والبوتاسيوم ، والكالسيوم ، والتوصيل الكهربائي ( ملوحة التربة ) ، وتركيز الجبس ، ونسبة كربونات الكالسيوم . بينما اشتملت الخواص الفيزيائية على قوام التربة حيث أن القوام السائد بالمنطقة طمي رملي ، و طمي غريني . كما احتوى هذا الفصل على ٧٩ جدول تصف قطاعات التربة لمواقع مختلفة من منطقة الأحساء من خلال عدة عوامل هي الأفق ، و العمق ، والملوحة ، والبناء ، والمقاومة ، والتوزيع الحجمي للحبيبات ، ودرجة القوام إضافة إلى الموقع ، والغطاء النباتي ، و التصنيف ، والوحدة المورفولوجية .

تطرق الفصل السابع إلى موضوع « حصر الأراضي » مشيراً إلى أن واحة الأحساء يمكن تقسيمها إلى ست وحدات ( بمساحة ٢٨٤٧٣,٩ هكتار ) ذات خصائص معينة من حيث عمق التربة ، ودرجة القوام ، و محتوى التربة من المادة العضوية ، ودرجة الملوحة ، مبيناً أن الوحدات ذات الخصائص المشتركة هي قاعدة الإنطلاق للأبحاث الخاصة بمورفولوجيا وتصنيف نشأة هذه الأراضي، وأن تحقيق التنمية الزراعية السليمة يتطلب الإستغلال الإقتصادي الأمثل للموارد الأرضية والمائية .

تحدث المؤلف في الفصل الثامن عن « استعمالات الأراضي بالأحساء » مستخدماً تصنيف مصلحة صيانة التربة الأمريكية ، وبموجب هذا التصنيف تم تقسيم الأراضي إلى ثلاث مجاميع رئيسية -

والمونتموريلونيت ، والكولورايت ، والكاولينيت ، وأن معادن الآتابلوقيت والإليت هما أكثر المعادن وفرة وشيوعاً في تلك الأراضي .

واختتم المؤلف هذا الفصل بشكل يوضح التركيب المعدني لأراضي المملكة على إمتداد مقطع عرضي من البحر الأحمر غرباً إلى الخليج العربي شرقاً .

خُصص الفصل الخامس للحديث عن « تصنيف الأراضي » حيث تم استخدام النظام الأمريكي الشامل لتصنيف وتقسيم أراضي المنطقة من قبل كافة الباحثين الأمر الذي دعى المؤلف إلى إعطاء وصفاً لهذا النظام لإعتقاده بأنه أشمل وأدق النظم المعروفة حالياً لتصنيف الأراضي ، وذكر المؤلف أهم مميزات هذا النظام التي تتمثل في إستيعاب تصنيف أي أرض في العالم بناءً على أساس الآفاق التشخيصية ، وإعتاده على صفات مقاسة ومحددة ، وتعدد مستوياته كما أن أسماء وحداته مأخوذة أو مشتقة من أصل لاتيني أو يوناني الأمر الذي أدى إلى قبوله عالمياً .

وتطرق المؤلف بشيء من التفصيل إلى الآفاق التشخيصية السطحية وتحت السطحية ونظام الرطوبة والخواص التشخيصية للصفوف العليا التي يمكن على ضوءها تحديد اسم الرتبة التي تنتمي إليها إحدى هذه الأراضي .

كما تطرق المؤلف كذلك إلى الخواص المفرقة للعوائل والسلاسل الأرضية للصفوف الدنيا مثل أقسام التوزيع الحجمي للحبيبات وأقسام التركيب المعدني للتربة وأقسام حرارية التربة .

وقد تم تصنيف مختلف الأراضي بمنطقة الأحساء ضمن أربع رتب أرضية هي رتبة الأراضي الحديثة ( Entisols ) ، ورتبة الأراضي الجافة ( Aridisols ) ، ورتبة الأراضي الأولية ( Inceptisols ) ، ورتبة الأراضي





# كتب صدرت حديثاً

## سلسلة الخريجي التعليمية في الكيمياء

صدرت الطبعة الأولى من سلسلة الخريجي التعليمية في الكيمياء للمرحلة الثانوية عن دار الخريجي للنشر والتوزيع عام ١٤١٦ هـ - ١٩٩٦ م. وقام بتأليفها الدكتور أحمد بن عبد العزيز العويس، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة الملك سعود. تتكون السلسلة من ثلاثة كتب، وتقع في ٧٩٥ صفحة من الحجم المتوسط تحوي بين طياتها العديد من المعادلات والصيغ الكيميائية بالإضافة إلى ٨٤٠ سؤالاً ومسألة محلولة.

تناولت فصول الكتاب الأول بالترتيب طبيعة المادة، ونبذة تاريخية حول الذرة، والنظرية الذرية الحديثة، والترتيب الدوري للعناصر، والتفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية، والفلزات القلوية والقلوية الأرضية وبعض عناصرها ومركباتها، والمجموعتان الثالثة والرابعة (أ) من الجدول الدوري، والكيمياء العضوية.

وتناولت فصول الكتاب الثاني دراسات حديثة لتركيب الذرة، ونتائج الترتيب الدوري للعناصر، والروابط الكيميائية والروابط الفيزيائية، والعناصر الإنتقالية، وكيمياء الهواء، وكيمياء الماء، وتركيز المحاليل، وأنواع المحاليل، والتفاعل الكيميائي والحسابات الوزنية، وحرارة التفاعل الكيميائي، والغازات في التفاعلات الكيميائية، وتعريف الكيمياء العضوية، والصيغ الكيميائية.

أما الكتاب الثالث فتناولت فصوله بالترتيب سرعة التفاعل الكيميائي، والإتزان الكيميائي، والمحاليل الموصلة للكهرباء، وحسابات متعلقة بالحموض والقواعد، والأكسدة والإختزال، والنيتروجين ومركباته، والهالوجينات، وتحديد الكتل المولية وتحديد المولارية، وبعض المجموعات الوظيفية وأهم مركباتها، والبروتينات والكربوهيدرات، والكشف عن المواد العضوية وتحليلها.

وينتهي الكتاب بمجموعة من التمارين العامة. تتناول فصول الكتاب بالترتيب الخرائط الطبوغرافية، والخرائط الجيولوجية، والبنى الجيولوجية (الطيات، والكسور، والصدوع، وعدم التوافق)، ويحتوي الملحقان على جدول الظلال، و جدول جيوب التمام.



## كيمياء وفيزياء الملوثات البيئية مع طرق الكشف عنها وتأثيراتها البيئية

ألف هذا الكتاب كل من الدكتور / عاطف عليان، والدكتور / عوض الحصري، والدكتور / فتحى شاكراً الأشهب، قسم الكيمياء، جامعة قار يونس، بنغازي، ليبيا، عام ١٩٩٤ م.

يقع الكتاب في ٢٧٢ صفحة من الحجم المتوسط تحوي بين طياتها تقديم، وفهرس لمحتويات الكتاب، وستة عشر باباً، بالإضافة إلى المراجع العربية والأجنبية.

تتناول أبواب الكتاب - بالترتيب - مقدمة، وتلوث الهواء، وتلوث المياه، والتلوث بالمبيدات، ومعالجة مياه الصرف الصحي، والتحليل الكيميائي للعينات البيئية، والتلوث الإشعاعي وطرق الكشف عنه، والتحليل الكيميائي لمكونات الهواء والماء الملوثة، والتلوث الزراعي، وتلوث الأطعمة والأدوية ومواد التجميل، والتلوث الصناعي، والتلوث البحري، والمنظفات، والتلوث الحراري والضوضاء، والآثار البيئية للملوثات البيئية، والتحكم في التلوث.

## أساسيات الخرائط الجيولوجية

صدر هذا الكتاب عن عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود عام ١٤١٥ هـ - ١٩٩٥ م، وقام بتأليفه كل من الدكتور / نعيم أحمد شعث، والدكتور خالد بن إبراهيم التركي - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة الملك سعود.

يقع الكتاب في ١٨٥ صفحة من الحجم المتوسط تحوي بين طياتها ثلاثة فصول، وملحقين، ومراجع عربية وأجنبية، وثبت المصطلحات العلمية (عربي انجليزي، وانجليزي - عربي)، وكشاف الموضوعات،

# من أجل فلذات أكبارنا



## قوة دفع الماء

الثلاثة ، شكل (١) .  
٣ - إملا اللعبة بالماء .

### ● المشاهدة

يندفع الماء من الثقوب الثلاثة ، بدرجات مختلفة ، وذلك باختلاف ارتفاع الثقب من السطح حيث تكون قوة الإندفاع الأكبر في الثقب القريب من القاع ( وبالتالي تكون المسافة أطول ) ثم الذي يليه ( المسافة أقصر ) وضعيفة في الثقب العلوي ( المسافة الأقصر ) ، شكل (٢) .

### ● الاستنتاج

يستنتج من ما سبق أن ضغط الماء يكون كبيراً في الأسفل ثم يقل كلما ارتفعنا إلى الأعلى .

لذا بنيت السدود بطريقة يكون فيها السد سميكاً من الأسفل وأقل سمكاً عن القمة لكي يتحمل قوة ضغط الماء الكبيرة في أسفل السد .

### المصدر :

- فتحي محمد صالح ، الفيزياء والكيمياء المسلية ، ١٩٩٢ ، مكتبة ابن سينا ، القاهرة .

لا شك أن الكثير منكم شاهد أحد السدود المقامة في مناطق مختلفة من أرض الوطن ، والكثير منكم يسأل لماذا يكون بناء السدود بذلك الطريقة التي يكون فيها حائط السد سميكاً عند أسفله وأقل سمكاً عند القمة ، إن السبب في ذلك التصميم هو سبب هندسي وعلمي بحث ، ولكي نكتشف ذلك دعونا نجري هذه التجربة البسيطة .

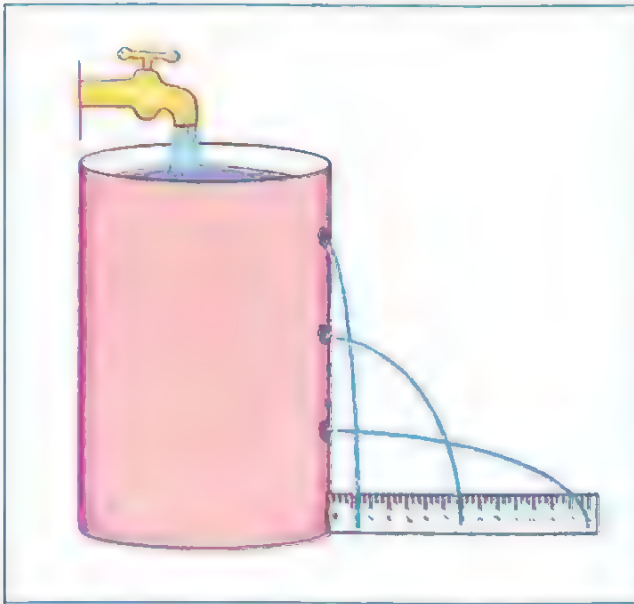
### ● أدوات التجربة

علبة معدنية متوسطة الحجم ،  
مطرقة ، مسمار ، مسطرة بلاستيكية ،  
كمية كافية من الماء لملء اللعبة .

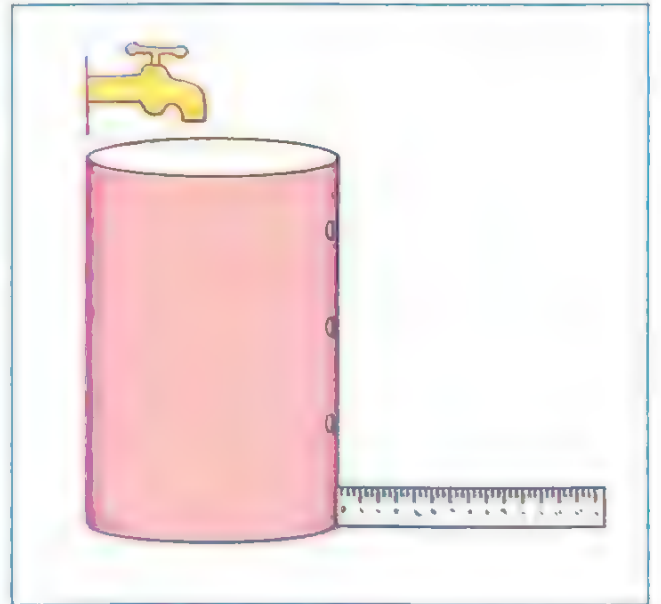
### ● خطوات العمل

١ - أثقب اللعبة باستخدام المطرقة والمسمار

ثلاثة ثقوب متساوية الأقطار ، ويفضل أن تكون متساوية الأبعاد من بعضها البعض وعلى خط عمودي واحد .  
٢ - ضع اللعبة في الحديقة ( أو في مكان مناسب ) وضع المسطرة في اتجاه متعامد مع خط الثقوب



● شكل (٢) .



● شكل (١) .





## أثر مياه الصرف المالحة على النباتات وخواص التربة

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤١٢ هـ إلى ١٤١٤ هـ بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى دراسة أثر استخدام مياه الصرف على نمو وإنتاج بعض المحاصيل الحقلية وخواص التربة باستخدام نظامي الري بالرش والغمر.

وقد كان الباحث الرئيس الدكتور يحيى النابلسي - جامعة الملك فيصل، الإحساء - كلية الزراعة.

### ● أهداف البحث

اشتمل البحث على الأهداف التالية :

- ١ - تحديد مدى تأثير مياه الصرف المالحة على نمو وإنتاج الشعير ، البرسيم الحجازي ، لوبيا العلف ، وفول الصويا.
- ٢ - بحث تأثير التفاعل بين نوعين من مياه الري ، وفترات الري ، ومستويات التسميد النيتروجيني والفوسفاتي على مدى تحمل المحاصيل للملوحة .
- ٣ - دراسة تأثير مياه الصرف المالحة على الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة .
- ٤ - تقييم استخدام نظامي الري بالغمر والرش تحت ظروف المياه المالحة .
- ٥ - دراسة تأثير مكونات البيئة على الإنتاج ومكوناته ونوع المحصول والتربة .

### ● نتائج البحث

كانت نتائج البحث كما يلي:

- ١ - تسبب استخدام مياه الصرف المالحة في انخفاض معدلات النمو الإنتاجية في جميع المحاصيل وخاصة عند تباعد الريات وذلك

الجذور إلى معدل خطر .

٦ - يؤدي عموماً استخدام مياه الصرف إلى ارتفاع مستوى الملوحة في التربة ولكن تكرار عملية الري يمنع من ارتفاع معدل الملوحة بدرجة كبيرة .

٧ - بالمقارنة مع الري بالغمر فإن الري بالرش لا يمثل بديل أفضل عند استخدام مياه الصرف المالحة في الظروف المناخية لمنطقة الإحساء .

٨ - عند دراسة تأثير تلوث أرض التجربة بالكبريت والرمصاص وجد أن تركيز الكبريت يتراوح بين ١٨٠٠ إلى ٣٠٠٠ جزء من المليون ، بينما يتراوح تركيز الرصاص ما بين ١٠ إلى ٤٥ جزء من المليون ، ولم يكن لأي منهما تأثير معنوي على الإنتاجية ومكوناتها ونوعية المحصول وطبيعة التربة ، كما لم تظهر أعراض الضرر الناشئة عن التلوث بهذه العناصر .

### ● التوصيات

على ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من خلال التجارب التي أجريت بمنطقة الإحساء يوصى بما يلي :-

- ١ - الاهتمام بالمراقبة اللصيقة لتركيز الأملاح في التربة وخاصة في منطقة الجذور مع التأكيد على أهمية غسيل التربة خلال عمليات الري المتكرر بحيث توفر كمية الماء المستخدمة جزء فعال من الماء يسمح بغسيل التربة من الأملاح الزائدة عند استخدام مياه الصرف لري المحاصيل الشتوية .
- ٢ - استخدام خليط من ماء الصرف وماء الري بمعدلات مختلفة لخفض مستوى ملوحة ماء الصرف .
- ٣ - استخدام مياه الري ذات المستوى الملحي المنخفض في الري في الفترات الحساسة من دورة حياة النبات .
- ٤ - استخدام مياه الصرف في ري المزروعات الشتوية إذ أن الحرارة في فصل الصيف تتضاعف من تأثير الإجهاد الملحي .
- ٥ - اتباع التسميد النيتروجيني بمعدلات مرتفعة لأن ذلك يساعد النبات على تحمل الإجهاد الملحي .
- ٦ - استخدام نظام الري بالغمر مع مراعاة الإبقاء على نسبة من الماء لمقابلة احتياجات غسيل التربة عند استخدام ماء الصرف الزراعي .

بسبب ارتفاع أيوني الصوديوم والكلور في مياه الري .

- ٢ - إزداد الإجهاد الملحي وتأثيره على نمو المحاصيل مع ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف بمنطقة الإحساء التي تتميز بصيف حار جاف ترتفع فيه معدلات التبخر والنتح .
- ٣ - لم يكن لإضافة السماد الفوسفاتي تأثير معنوي على مقاومة المحاصيل للإجهاد الملحي لماء الصرف ، ولكن كان تأثير السماد النيتروجيني مؤثراً بدرجة كبيرة ، حيث حققت إضافة النيتروجين بمعدلات عالية نتائج إيجابية في قدرة المحاصيل على تحمل ملوحة ماء الري .

٤ - انخفاض كفاءة تثبيت النيتروجين الجوي نتيجة للتأثير السلبي لماء الصرف المالح على نمو البكتيريا العقدية في محاصيل البرسيم ولوبيا العلف وفول الصويا .

٥ - بغض النظر عن عمق التربة ، فإنه يمكن لمحصول البرسيم النمو لفترات طويلة باستخدام مياه الصرف المالحة إذ لن يرتفع تركيز الأملاح في الجزء الأعلى من منطقة







## مع القراء



### أعزاءنا القراء

يسعى العاملون على إصدار مجلة العلوم والتقنية في كل عدد يصدر إلى تحقيق رغبات جميع قرائها في الوطن العربي حيث تبذل الجهود للوصول إلى الهدف المنشود ، إلا أنه يصعب - لضيق المساحة وكثرة الرسائل - تحقيق كل رغبات القراء ، ومع ذلك فالسعي مستمر لبذل المزيد والمزيد لتحقيق أكبر قدر منها في حدود الإمكانيات المتاحة ، وكل عام والجميع بخير .

أما فيما يتعلق بالبند السادس من منهاج النشر الذي ذكرت أنه تعذر عليك فهمه فالمقصود به أنه يجب إرفاق أي صور فوتغرافية أو أشكال توضيحية ذات علاقة بالمقال الذي يزعم الكاتب إرساله إلى المجلة على أن تكون تلك الصور والأشكال أو الرسومات أصولاً وليست صوراً منها وذلك لنتمكن من نشرها مع المقال في حالة إجازته للنشر .

أخيراً سنعمل على إرسال جميع ما يتوفر من الأعداد في أقرب وقت إن شاء الله وتقبل خالص تحياتنا .

● الأخت / جميلة عبد الله عبد الرحمن الشهري - جدة  
نرجوا الإتصال بالمجلة للأهمية وتوضيح عنوانك لكي نتمكن من إرسال جازتك التي فرتي بها في مسابقة العدد ٢٣ وشكراً .

● الأخ / بركات الحاج - الجزائر  
المجلة لا تقبل نشر صور وعناوين قرائها الكرام لغرض التعارف كما طلبت وذلك لخصوصيتها وخلو سياستها من مثل هذه الأغراض .

● الأخ الأستاذ / زيد راشد الفهد - حائل  
أهلاً بك ضيفاً على صفحات المجلة دائماً إن شاء الله ، وشكراً على ثنائك وكبير إهتمامك بما ينشر فيها ، أما الإشتراك فلم يتقرر بعد بصفة رسمية إلا أنه يسعدنا إرسال المجلة إلى كل المهتمين بها أمثالك وذلك حسب الإمكانيات المتوفرة ، وأهلاً بك مرة أخرى .

● الأخ / شريف محمد شريف - حفر الباطن  
يسرنا يا عزيزي تلبية طلبك إلا أنك لم تذكر لنا ما هو العدد الذي بين يديك الآن ليتسنى لنا إرسال الأعداد الأربعة السابقة له ، نأمل الإفادة وثق أننا لن نتوانى عن تلبية رغبتك بإذن الله . وشكراً لك .

● الأخ / عابدين الحاج محيسي - السودان  
يسعدنا سروركم بوصول المجلة إليكم وسنحاول إرسال العديدين المطلوبين حال توفرهما لدينا . وشكراً لكم .

● الإخوة :  
\* د. محمود إبراهيم الدوعان  
\* د. محسن أحمد منصوري  
جامعة الملك عبدالعزيز - جدة  
نشكر لكم اهتمامكم المتواصل بالمجلة ونحمد الله على الفائدة العلمية التي وجدتموها في هذه المجلة ، وسوف نعمل على تحقيق ما طلبتم بإذن الله . مع تمنياتنا لكم بالتوفيق .

● الإخوة :  
\* أ. شوقي عبد الحميد - مكة المكرمة  
\* عليوان عيسى - الجزائر  
نشكركم على تقديركم وإعجابكم بالمجلة ، أما الأعداد التي طلبتموها فليس بالإمكان إرسالها لكم وذلك لعدم توفرها لدينا . مع تمنياتنا لكم بالتوفيق .

● الأخ / الأستاذ عبد الرحمن العوفي - المدينة المنورة  
ما حملته رسالتك من عبارات الثناء والشكر أثلج صدورنا ، وحسبنا يا أخانا أننا مهما قدمنا للقراء عامة وللمربين الأفاضل مثلك خاصة فلن نفي بما نطمح فعلاً بتقديمه وسنظل إن شاء الله على تواصل مستمر مع الجميع .

● الأخت / صالحة أحمد على المنتشري - القنفذة  
نشكرك على حرصك الدائم على المجلة وإطرائك لها ، أما مشكلة تأخر وصول المجلة لك فهذا خارج عن إرادتنا - ولك خالص تحياتنا .

● الإخوة :  
\* بؤيرة خالد - الجزائر  
\* جبجوي العيد - الجزائر  
\* مؤمني سالم - الجزائر  
\* قصة التلي - الجزائر  
نقدر لكم مشاعركم الطيبة تجاه المجلة ، ونحاول إرسال ما يتوفر من الأعداد التي طلبتموها .

● الأخت / نزي محمد الصغير - الجزائر  
المجلة ترحب بك وبما تبعثين به إليها من مقالات شريطة مراعاة منهاج النشر المنشور في الصفحة الداخلية للغلاف ، مع تمنياتنا لك بالتوفيق .

● الأخ / د. عبد الحميد شقير - سوريا  
نشكركم على اهتمامكم بالمجلة ، وهذه هي الرسالة الأولى التي تصلنا منكم ، وقد أدرج اسمكم في قائمة الأهداءات .

● الإخوة :  
\* خالد حمد الحازمي - المدينة المنورة  
\* كاهية مصطفى - الجزائر  
\* روضة الشريف - الجزائر  
\* براسي الطيب - الجزائر  
\* طاطاح ندينة - الجزائر  
\* علي عيسى حربي - الأحساء  
نشكركم على إطرائكم للمجلة والعاملين فيها ، وما بعثتم به ليس من اهتمام المجلة . وشكراً لكم .



في  
العدد المقبل

# المناعة

